

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-118003

(43)Date of publication of application : 15.04.2004

(51)Int.Cl.

G02B 6/13
G02B 6/122

(21)Application number : 2002-283241

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 27.09.2002

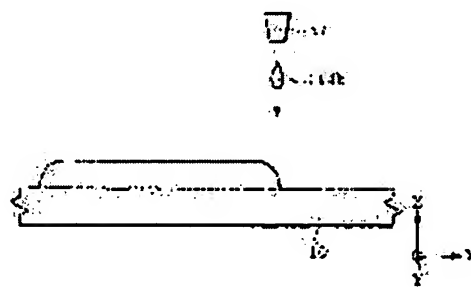
(72)Inventor : KANEKO TAKESHI

(54) OPTICAL WAVEGUIDE, ITS MANUFACTURING METHOD, CIRCUIT BOARD, OPTICAL MODULE AND OPTICAL TRANSMITTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical waveguide of which the installing position, the shape and the size are satisfactorily controlled and its manufacturing method.

SOLUTION: The manufacturing method of the optical waveguide includes formation of the optical waveguide 114 (a) formation of an optical waveguide precursor 114a by blasting out a liquid material 114b on a substrate 10 and (b) formation of the optical waveguide 114 by hardening the optical waveguide precursor 114a.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

- (a) Breathe out a drop to the front face of a base and form an optical waveguide precursor,
- (b) The manufacture approach of optical waveguide which is made to harden said optical waveguide precursor and includes forming optical waveguide.

[Claim 2]

In claim 1,

Furthermore, the manufacture approach including forming the film pattern which has different wettability from said base on this base, before carrying out the regurgitation of the (c) aforementioned drop of optical waveguide.

[Claim 3]

In claim 2,

Said film pattern has the wettability higher than said base to said drop,

The manufacture approach of optical waveguide which breathes out said drop to said film pattern, and forms said optical waveguide precursor in the above (a).

[Claim 4]

In claim 2,

Said film pattern has the wettability lower than said base to said drop,

The manufacture approach of optical waveguide which breathes out said drop to the field except said film pattern among said bases, and forms said optical waveguide precursor in the above (a).

[Claim 5]

(a) Form heights in a base,

(b) Breathe out a drop to the top face of said heights, and form the precursor of the optical waveguide section,

(c) The manufacture approach of optical waveguide which is made to harden said precursor and includes forming the optical waveguide section.

[Claim 6]

In claim 5,

The manufacture approach of optical waveguide which forms heights in this base by installing soil rest material on said base in the above (a).

[Claim 7]

In claim 5,

The manufacture approach of optical waveguide which forms heights in this base by forming a slot in said base in the above (a).

[Claim 8]

In claim 1 thru/or either of 7,

Hardening of said precursor is the manufacture approach of optical waveguide performed by addition of energy.

[Claim 9]

In claim 1 thru/or either of 8,

Said drop is the manufacture approach of optical waveguide of having the property which can be hardened by giving energy.

[Claim 10]

In claim 1 thru/or either of 9,

The regurgitation of said drop is the manufacture approach of optical waveguide performed by the ink jet method.

[Claim 11]

In claim 1 thru/or either of 10,

Furthermore, the manufacture approach including covering this optical waveguide section with a layer with a refractive index smaller than the (d) aforementioned optical waveguide section of optical waveguide.

[Claim 12]

In claim 1 thru/or either of 11,

Furthermore, the manufacture approach including removing the (e) aforementioned optical waveguide section from on said base of optical waveguide.

[Claim 13]

In claim 5 thru/or either of 12,

Furthermore, the manufacture approach of optical waveguide which includes adjusting the wettability of the top face of said heights to said drop before carrying out the regurgitation of the (f) aforementioned drop.

[Claim 14]

(a) Form the 1st heights in a base,

(b) Form the 2nd heights in said 1st heights and parallel at said base,

(c) Breathe out the 1st drop to the top face of said 1st heights, and form the precursor of the optical waveguide section,

(d) Stiffen the precursor of said optical waveguide section and form the optical waveguide section,

(e) It is formed on the top face of said 2nd heights, and form a wrap enveloping layer precursor for said optical waveguide section,

(f) The manufacture approach of optical waveguide which is made to harden said enveloping layer precursor and includes forming an enveloping layer with a refractive index smaller than said optical waveguide section.

[Claim 15]

In claim 14,

It is the manufacture approach of optical waveguide formed when said enveloping layer precursor carries out the regurgitation of the 2nd drop in the above (e) to the top face of said optical waveguide section and said 2nd heights.

[Claim 16]

In claims 14 or 15,

The manufacture approach of optical waveguide that form said 2nd two heights and said 1st heights are arranged between said 2nd two heights in the above (b).

[Claim 17]

In claim 14 thru/or either of 16,

Said 1st and 2nd drops are the manufacture approaches of optical waveguide of having the property which can be hardened by giving energy.

[Claim 18]

In claim 14 thru/or either of 17,

Hardening of said enveloping layer precursor is the manufacture approach of optical waveguide performed by addition of energy.

[Claim 19]

In claim 14 thru/or either of 18,

Said 1st and 2nd drops are the manufacture approaches of optical waveguide of having the property which can be hardened by giving energy.

[Claim 20]

In claim 14 thru/or either of 19,

The regurgitation of said the 1st and said 2nd drop is the manufacture approach of optical waveguide performed by the ink jet method.

[Claim 21]

Heights prepared in the base,

Optical waveguide containing the optical waveguide section prepared on said heights.

[Claim 22]

In claim 21,

Said optical waveguide section is the optical waveguide which was made to harden the ingredient which can be hardened by giving energy, and was formed.

[Claim 23]

In claim 22,

Said optical waveguide section is optical waveguide which consists of ultraviolet curing mold resin or heat-curing mold resin.

[Claim 24]

In claim 21 thru/or either of 23,

Optical waveguide whose end face of said optical waveguide section is a curved surface.

[Claim 25]

In claim 21 thru/or either of 24,

Said optical waveguide section is optical waveguide covered with the layer with a refractive index smaller than this optical waveguide section.

[Claim 26]

In claim 25,

Said optical waveguide section is optical waveguide currently embedded in said layer.

[Claim 27]

In claim 21 thru/or either of 26,

Said heights are optical waveguide with a refractive index smaller than said optical waveguide section.

[Claim 28]

In claim 21 thru/or either of 27,

An enveloping layer is formed in the perimeter of said optical waveguide section,

Optical waveguide with almost equal refractive index of said heights and refractive index of said enveloping layer.

[Claim 29]

In claim 21 thru/or either of 28,

Said heights are optical waveguide which is the soil rest material formed on said base.

[Claim 30]

In claim 21 thru/or either of 28,

Said heights are optical waveguide which unites with said base and is formed.

[Claim 31]

In claim 21 thru/or either of 30,

The cross section of said optical waveguide section is optical waveguide which has the shape of the shape of a cutting circle, and a cutting ellipse.

[Claim 32]

In claim 21 thru/or either of 31,

The cross section of said optical waveguide section is optical waveguide which is a circle or an ellipse.

[Claim 33]

In claim 21 thru/or either of 32,

Said optical waveguide section is optical waveguide which has one or more pars convoluta lobuli corticalis renis.

[Claim 34]

In claim 21 thru/or either of 33,

Said optical waveguide section is optical waveguide which has one or more branching.

[Claim 35]

In claim 21 thru/or either of 34,

The top face of said heights is optical waveguide which is a curved surface.

[Claim 36]

In claim 21 thru/or either of 35,

Optical waveguide whose angle of the top face of said heights and the field which touches this top face in the flank of said heights to make is an acute angle.

[Claim 37]

In claim 21 thru/or either of 36,

The upper part of said heights is optical waveguide currently formed in the shape of a back taper.

[Claim 38]

In claim 21 thru/or either of 37,

Optical waveguide currently embedded in the layer with a refractive index smaller than said optical waveguide section.

[Claim 39]

The 1st heights prepared in the base,

The optical waveguide section prepared on the top face of said 1st heights,

Said 1st heights and the 2nd heights arranged at parallel,

The enveloping layer which covers said optical waveguide section and by which the part was prepared on the top face of said 2nd heights,

*****, optical waveguide.

[Claim 40]

In claim 39,

Said 2nd two heights are included,

Said 1st heights are optical waveguide arranged between said 2nd two heights.

[Claim 41]

The circuit board including optical waveguide according to claim 21 to 40, IC, and a light corpuscle child.

[Claim 42]

An optical module including optical waveguide according to claim 21 to 41 and a light corpuscle child.

[Claim 43]

The optical transport unit containing an optical module according to claim 42.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to the optical waveguide by which an installation location, a configuration, and magnitude were controlled good, and its manufacture approach.

[0002]

Moreover, this invention relates to the circuit board which used said optical waveguide, an optical module, and an optical transport unit.

[0003]

[Background of the Invention]

Optical waveguide is used in order to transmit near-infrared light and the light. This optical waveguide has various applications, such as transmission of a lightwave signal, energy transmission, a photosensor, and optical fiberscope.

[0004]

As the manufacture approach of optical waveguide, there is an approach shown below, for example. (Patent reference 1 reference) .

[0005]

[Patent reference 1]

JP,9-243858,A

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

The purpose of this invention has an installation location, a configuration, and magnitude in offering the optical waveguide controlled good and its manufacture approach.

[0007]

Moreover, the purpose of this invention is to offer the circuit board containing said optical waveguide, an optical module, and an optical transport unit.

[0008]

[Means for Solving the Problem]

1. Manufacture Approach of 1st Optical Waveguide

The manufacture approach of the 1st optical waveguide of this invention,

- (a) Breathe out a drop to the front face of a base and form an optical waveguide precursor,
- (b) Stiffen said optical waveguide precursor and include forming optical waveguide.

[0009]

According to the manufacture approach of the 1st optical waveguide of this invention, after breathing out said drop to the front face of said base and forming said precursor, this precursor is stiffened and said optical waveguide is formed. Here, said optical waveguide which has a predetermined configuration and magnitude can be formed by adjusting the discharge quantity of said drop. Moreover, said optical waveguide can be formed in a position by carrying out the regurgitation of said drop to a desired

location.

[0010]

In this case, further, before carrying out the regurgitation of the (c) aforementioned drop, it can include forming the film pattern which has different wettability from said base on this base. Thereby, the installation location of said optical waveguide is controllable by controlling the wettability on said front face of a base to said drop.

[0011]

Moreover, in this case, said film pattern has the wettability higher than said base to said drop, in the above (a), said drop can be breathed out to said film pattern, and said optical waveguide precursor can be formed.

[0012]

Or in this case, said film pattern has the wettability lower than said base to said drop, in the above (a), said drop can be breathed out to the field except said film pattern among said bases, and said optical waveguide precursor can be formed.

2. Manufacture Approach of 2nd Optical Waveguide

The manufacture approach of the 2nd optical waveguide of this invention;

(a) Form heights in a base,

(b) Breathe out a drop to the top face of said heights, and form the precursor of the optical waveguide section,

(c) Stiffen said precursor and include forming the optical waveguide section.

[0013]

Here, a "base" means the object which has the field in which said heights can be installed. As long as said heights can be installed, said field may be a flat surface and may be a curved surface. Therefore, if it has such a field, especially the configuration of said base itself will not be limited. Moreover, said heights unite with a base and may be installed.

[0014]

Moreover, "heights" means the member which has the top face in which said optical waveguide section can be installed, and, as for "the top face of heights", said optical waveguide section says the field installed. As long as it is not necessarily limited and said optical waveguide section can be installed, especially the configuration of the top face of said heights may be a flat surface, and may be a curved surface.

[0015]

According to the manufacture approach of the 2nd optical waveguide of this invention, in the above (a), an installation location, a configuration, and magnitude can form the optical waveguide section controlled good by adjusting a configuration, magnitude, an installation location, etc. of said heights on top, and adjusting the discharge quantity of said drop in the above (b) etc. In detail, the column of the gestalt of this operation explains.

[0016]

In this case, in the above (a), heights can be formed in this base by installing soil rest material on said base.

[0017]

Or heights can be formed in this base by forming a slot in said base in the above (a) in this case.

[0018]

Moreover, before carrying out the regurgitation of the (f) aforementioned drop further in this case, it can include adjusting the wettability of the top face of said heights to said drop. Thereby, the optical waveguide section which has a desired configuration and magnitude can be formed. Here, the wettability of the top face of said heights to said drop is controllable by, for example, forming in the top face of said heights the film which has lyophilic or liquid repellance to said drop.

3. The manufacture approach of the 1st and 2nd optical waveguides of this invention can take following modes (1) - (6).

[0019]

(1) Said precursor can be hardened by addition of energy.

[0020]

(2) Said drop can have the property which can be hardened by giving energy.

[0021]

(3) The regurgitation of said drop can be performed by the ink jet method. According to this approach, since delicate adjustment of the discharge quantity of said drop is possible, the detailed optical waveguide section (or optical waveguide) can be installed simple on the top face of said heights (or on a base).

[0022]

(4) It can include covering this optical waveguide section with a layer with a refractive index still smaller than the (d) aforementioned optical waveguide section. According to this process, the leakage of the light from said optical waveguide section can be reduced. Thereby, the propagation effectiveness of the light which spreads said optical waveguide circles can be raised.

[0023]

(5) An enveloping layer is formed in the perimeter of said optical waveguide section, and the refractive index of said heights and the refractive index of said enveloping layer can be formed in it almost equally. Thereby, all the perimeters of said optical waveguide section can be covered like the structure of an optical fiber with the quality of the material which has the almost same refractive index.

[0024]

(6) It can include removing the (e) aforementioned optical waveguide section from on said base further. According to this process, said optical waveguide section can be used as independent optical waveguide.

4. Manufacture Approach of 3rd Optical Waveguide

The manufacture approach of the 3rd optical waveguide of this invention,

(a) Form the 1st heights in a base,

(b) Form the 2nd heights in said 1st heights and parallel at said base,

(c) Breathe out the 1st drop to the top face of said 1st heights, and form the precursor of the optical waveguide section,

(d) Stiffen the precursor of said optical waveguide section and form the optical waveguide section,

(e) It is formed on the top face of said 2nd heights, and form a wrap enveloping layer precursor for said optical waveguide section,

(f) Stiffen said enveloping layer precursor and include forming an enveloping layer with a refractive index smaller than said optical waveguide section.

[0025]

Here, the meaning of a "base", "heights", and "the top face of heights" is as the column of the manufacture approach of the 2nd optical waveguide having explained. Moreover, the meaning of "heights" and "the top face of heights" is the same also in the 1st heights and 2nd heights.

[0026]

According to the manufacture approach of the 3rd optical waveguide of this invention, it has the same operation effectiveness as the manufacture approach of the 1st and 2nd optical waveguides. In addition, the leakage of the light from said optical waveguide section can be reduced by forming the wrap aforementioned enveloping layer precursor for said optical waveguide section on the top face of said 2nd heights, stiffening this enveloping layer precursor and forming an enveloping layer with a refractive index smaller than said optical waveguide section. Thereby, the propagation effectiveness of light can obtain the more excellent optical waveguide. Moreover, optical waveguide with a more nearly circularly near cross section can be obtained.

[0027]

The manufacture approach of the 3rd optical waveguide of this invention can take following modes (1) - (6).

[0028]

(1) In the above (e), said enveloping layer precursor can be formed by carrying out the regurgitation of

the 2nd drop to the top face of said optical waveguide section and said 2nd heights.

[0029]

(2) In the above (b), said 2nd two heights are formed and said 1st heights can be arranged between said 2nd two heights. In order to form said enveloping layer precursor, in the process which carries out the regurgitation of said drop, said enveloping layer can be formed the top-face top of said 2nd heights, and inside said 2nd heights by being installed so that said 2nd two heights may sandwich said 1st heights. That is, the installation location, the configuration, and magnitude of said enveloping layer are controllable by installing said 2nd heights in a position.

[0030]

(3) Said 1st and 2nd drops can have the property which can be hardened by giving energy.

[0031]

(4) Addition of energy can perform hardening of said enveloping layer precursor.

[0032]

(5) Said 1st and 2nd drops can have the property which can be hardened by giving energy.

[0033]

(6) The regurgitation of said the 1st and said 2nd drop can be performed by the ink jet method.

5. 1st Optical Waveguide

The 1st optical waveguide of this invention,

Heights prepared in the base,

The optical waveguide section prepared on said heights is included.

[0034]

Here, the meaning of a "base", "heights", and "the top face of heights" is as the column of the manufacture approach of the 2nd optical waveguide having explained.

[0035]

According to the 1st optical waveguide of this invention, the optical waveguide containing the optical waveguide section by which an installation location, a configuration, and magnitude were controlled good can be obtained by controlling a configuration, height, etc. of said heights on top by having the above-mentioned configuration. In detail, the column of the gestalt of this operation explains.

[0036]

The 1st optical waveguide of this invention can take following modes (1) - (14).

[0037]

(1) Said optical waveguide section stiffens the ingredient which can be hardened by giving energy, and can be formed.

[0038]

(2) Said optical waveguide section can consist of ultraviolet curing mold resin or heat-curing mold resin.

[0039]

(3) The end face of said optical waveguide section can be a curved surface.

[0040]

(4) Said optical waveguide section can be covered with a layer with a refractive index smaller than this optical waveguide section.

[0041]

In this case, said optical waveguide section can be embedded in said layer.

[0042]

(5) Said heights can be made smaller in a refractive index than said optical waveguide section.

[0043]

(6) Said heights can be the soil rest material formed on said base.

[0044]

(7) Said heights unite with said base and can be formed.

[0045]

(8) The cross section of said optical waveguide section can have the shape of the shape of a cutting

circle, and a cutting ellipse. Here, "the shape of a cutting circle" means the configuration which cuts a circle in a straight line and is acquired, and this circle includes not only a perfect circle but the configuration approximated to a circle. Moreover, "the shape of a cutting ellipse" means the configuration which cuts an ellipse in a straight line and is acquired, and this ellipse includes not only a perfect ellipse but the configuration approximated to an ellipse.

[0046]

(9) The cross section of said optical waveguide section can be a circle or an ellipse.

[0047]

(10) Said optical waveguide section can have one or more pars convoluta lobuli corticalis renis.

[0048]

(11) Said optical waveguide section can have one or more branching.

[0049]

(12) The top face of said heights can be a curved surface. [0050]

(13) The angle of the top face of said heights and the field which touches this top face in the flank of said heights to make can be an acute angle. According to this configuration, when [which breathed out the drop and formed the precursor of the optical waveguide section] carrying out postcure and forming said optical waveguide section, it can prevent that the side face of said heights gets wet in said drop. Consequently, the optical waveguide section which has a desired configuration and magnitude can be formed certainly.

[0051]

(14) The upper part of said heights can be formed in the shape of a back taper. Here, "the upper part of said heights" means the field near [said] the top face among said heights. The angle of the top face of said heights and a side face to make can be made smaller, holding the stability of said heights according to this configuration, when [which breathed out the drop and formed the precursor of the optical waveguide section] carrying out postcure and forming said optical waveguide section. Thereby, it can prevent certainly that the side face of said heights gets wet in said drop. Consequently, the optical waveguide section which has a desired configuration and magnitude can be formed more certainly.

[0052]

(15) Said optical waveguide can be embedded in a layer with a refractive index smaller than said optical waveguide section. Thereby, said optical waveguide section is certainly fixable on the top face of said heights.

6. 2nd Optical Waveguide

The 2nd optical waveguide of this invention,

The optical waveguide section prepared on the top face of said 1st heights,

Said 1st heights and the 2nd heights arranged at parallel,

The enveloping layer which covers said optical waveguide section and by which the part was prepared on the top face of said 2nd heights is included.

[0053]

Here, the meaning of a "base", "heights", and "the top face of heights" is as the column of the manufacture approach of the 2nd optical waveguide having explained. Moreover, the meaning of "heights" and "the top face of heights" is the same also in the 1st heights and 2nd heights.

[0054]

According to the 2nd optical waveguide of this invention, it has the same operation effectiveness as said 1st optical waveguide. In addition, the cross section of the optical waveguide section can be formed in a more nearly circularly near configuration. Thereby, the propagation effectiveness of light can obtain the more excellent optical waveguide.

[0055]

In this case, said 1st heights can be arranged between said 2nd two heights including said 2nd two heights. According to this configuration, when said 2nd heights install in a position, the optical waveguide which has said enveloping layer by which an installation location, a configuration, and magnitude were controlled can be obtained.

7. Circuit Board, Optical Module, Optical Transport Unit

The circuit board of this invention contains said optical waveguide, IC, and a light corpuscle child.

[0056]

Moreover, the optical module of this invention contains said optical waveguide and a light corpuscle child. Furthermore, the optical transport unit of this invention contains the optical module of said this invention.

[0057]

[Embodiment of the Invention]

Hereafter, the gestalt of suitable operation of this invention is explained, referring to a drawing.

[0058]

[The gestalt of the 1st operation]

1. Manufacture Approach of Optical Waveguide

Drawing 1 - drawing 3 are the sectional views showing typically each process of the manufacture approach of the optical waveguide 114 (refer to drawing 3) concerning the gestalt of the 1st operation which applied this invention, respectively. Drawing 4 is the top view showing typically the optical waveguide 114 shown in drawing 3. Moreover, it is 1 additional processing of the production process of the optical waveguide 114 which shows drawing 5 to drawing 3.

[0059]

(1) First, on a base 10, breathe out drop 114b and form the precursor 114 of optical waveguide (refer to drawing 1 and drawing 2). Specifically, the regurgitation of the drop 114b is carried out to the predetermined field of a base 10 from the drop delivery 17. According to this process, precursor 114a of the optical waveguide which has a desired configuration and magnitude can be formed in a desired location. In addition, as a base 10, although semi-conductor substrates, such as a silicon substrate and a GaAs substrate, a glass substrate, etc. are mentioned, for example, especially if it has the field which can reach the target drop 114b, it will not be limited.

[0060]

Drop 114b consists of a liquid ingredient which can be hardened by adding energy, such as heat or light. As said liquid ingredient, the precursor of ultraviolet curing mold resin or heat-curing mold resin is mentioned, for example. As ultraviolet curing mold resin, the acrylic resin and the epoxy system resin of an ultraviolet curing mold are mentioned, for example. Moreover, as heat-curing mold resin, the polyimide system resin of a heat-curing mold can be illustrated.

[0061]

Moreover, as the regurgitation approach of drop 114b, a dispenser or the ink jet method is mentioned, for example. It is a general approach as an approach of carrying out the regurgitation of the drop, and the dispenser is effective when carrying out the regurgitation of the liquid ingredient to a comparatively large field. Moreover, the ink jet method is the approach of carrying out the regurgitation of the drop using an ink jet head, and can be controlled by the unit of mum order about the location which carries out the regurgitation of the drop. Moreover, since the amount of the drop which carries out the regurgitation is controllable by the unit of pico liter order, the optical waveguide 114 (refer to drawing 3) of detailed structure is producible.

[0062]

(2) Subsequently, stiffen precursor 114a of optical waveguide and form optical waveguide 114 (refer to drawing 2). Specifically, energy, such as heat or light, is given to precursor 114a of optical waveguide. In case precursor 114a of optical waveguide is hardened, a suitable approach is used according to the class of drop 114b. Specifically, the optical exposure of addition of heat energy, ultraviolet rays, or a laser beam is mentioned. According to the above process, as shown in drawing 3 and drawing 4, optical waveguide 114 is obtained. Optical waveguide 114 consists of the quality of the material which can spread the light of predetermined wavelength.

[0063]

In addition, in this process, sequential hardening can be carried out, after making drop 114b reach the target on a base 10. That is, after forming the whole precursor 114a of optical waveguide, it may be

made to be able to harden collectively, and drop 114b can carry out sequential hardening from the part which reached the target on the base 10.

[0064]

Moreover, in said process (1), before carrying out the regurgitation of the drop 114b, the film pattern which has different wettability from a base 10 can be formed in the predetermined field of a base 10 if needed. That is, lyophilic processing or liquid repellance processing can be performed to the predetermined field of a base 10. Thereby, the installation location of optical waveguide 114 is controllable by controlling the wettability of base 10 front face to drop 114b.

[0065]

For example, as shown in drawing 5, the film pattern 180 which has liquid repellance to drop 114b is formed in fields other than the field which is due to form optical waveguide 114. Then, if the regurgitation of the drop 114b is carried out on a base 10 as shown in drawing 1, since drop 114b has liquid repellance to the film pattern 180, drop 114b will be installed in field 180b with lyophilic [over drop 114b / higher than the film pattern 180]. That is, since the wettability to the film pattern 180 of drop 114b is lower than the wettability to a base 10, drop 114b is installed on field 180b with more high wettability. Then, the optical waveguide 114 formed in the desired location can be obtained by passing through said hardening process. As shown above, the formation location of optical waveguide 114 is controllable by forming the film pattern 180 on a base 10.

[0066]

Or although not illustrated, when the wettability of the front face of a base 10 is low, the film pattern which has lyophilic to drop 114b is formed in the field which is due to form optical waveguide 114 to drop 114b. Then, to said film pattern, if the regurgitation of the drop 114b is carried out on a base 10 as shown in drawing 1, since wettability is high, as for drop 114b, drop 114b will be installed in the formation field of a film pattern. Then, the optical waveguide 114 formed in the desired location can be obtained by passing through said hardening process. Also in this case, the formation location of optical waveguide 114 is controllable by forming said film pattern on a base 10.

[0067]

The optical waveguide 114 obtained by the above-mentioned manufacture approach is formed on the base 10, as shown in drawing 3 and drawing 4.

[0068]

According to the manufacture approach of the optical waveguide concerning the gestalt of this operation, after breathing out drop 114b on a base 10 and forming precursor 114a of optical waveguide, this precursor 114a is stiffened and optical waveguide 114 is formed. Here, the optical waveguide 114 which has a predetermined configuration and magnitude can be formed by adjusting the discharge quantity of drop 114b. Moreover, optical waveguide 114 can be formed in a position by carrying out the regurgitation of the drop 114b to a desired location.

[0069]

[The gestalt of the 2nd operation]

1. Structure of Optical Waveguide

Drawing 6 is the sectional view showing typically the optical waveguide 100 concerning the gestalt of the 2nd operation which applied this invention. Drawing 7 is the top view showing typically the optical waveguide 100 concerning the gestalt of the 2nd operation which applied this invention. Drawing 8 is the side elevation showing typically the optical waveguide 100 concerning the gestalt of the 2nd operation to which drawing 7 applied this invention. In addition, drawing 6 shows the cutting plane in A-A of drawing 7.

[0070]

Moreover, drawing 9 - drawing 13 are drawings showing the example of a complete-change form of the optical waveguide of the gestalt of this operation. Drawing 9 is the top view showing typically the example of a complete-change form of the optical waveguide of the gestalt of this operation, and, specifically, drawing 10 is the perspective view showing typically the optical waveguide 101 shown in drawing 9. Drawing 11 is the top view showing typically another example of a complete-change form

of the optical waveguide of the gestalt of this operation, and drawing 12 is the perspective view showing typically the optical waveguide 102 shown in drawing 11 . Moreover, drawing 13 is the sectional view showing typically another example of a complete-change form of the optical waveguide of the gestalt of this operation. In addition, in each modification, the same sign shall be given to the part which has the same configuration as the optical waveguide 100 of the gestalt of this operation, and detailed explanation shall be omitted.

[0071]

The optical waveguide 100 of the gestalt of this operation contains the heights (soil rest material) 12 prepared in the base 10, and the optical waveguide section 14 prepared on top-face 12a of heights 12. In the gestalt of this operation, the optical waveguide section 14 explains the case where it consists of the same quality of the material as the optical waveguide 114 of the gestalt of the 1st operation. For this reason, the explanation about the quality of the material of the optical waveguide section 14 is omitted. Hereafter, with reference to drawing 6 - drawing 8 , each component of the optical waveguide 100 of the gestalt of this operation is mainly explained.

[0072]

[Heights]

(A) Quality of the material

Although especially the quality of the material of heights 12 is not necessarily limited, it is desirable for a refractive index to be smaller than the optical waveguide section 14. According to this configuration, light can be made to spread efficiently within the optical waveguide section 14.

[0073]

Heights 12 can consist of resin. In this case, heights 12 can consist of for example, polyimide system resin, acrylic resin, epoxy system resin, or fluorine system resin. In the optical waveguide 100 of the gestalt of this operation, the case where heights 12 consist of polyimide system resin is explained.

[0074]

In addition, heights may be the soil rest material installed on the base 10, or can also form heights by forming a slot in a base 10. In the optical waveguide 100 of the gestalt of this operation, the case where heights 12 consist of soil rest material prepared on the base 10 is shown.

[0075]

Or like the modification (optical waveguide 103) shown in drawing 13 , heights 52 unite with a base 10 and may be formed. That is, heights 52 consist of the same quality of the material as a base 10 in this case. Such heights 52 are formed by carrying out patterning of the base 10 and forming a slot. In addition, it unites with a base 10 and the heights which constitute the optical waveguide of the operation gestalt mentioned later may also be formed.

[0076]

(B) Solid configuration

Although especially the solid configuration of heights is not necessarily limited, it is needed that it is the structure where optical waveguide can be installed on the top face at least. For example, as shown in drawing 1 , the optical waveguide section 14 can be installed on top-face 12a of the heights 12 of optical waveguide 100. The 2nd operation gestalt mentioned later explains the solid configuration of heights in detail.

[0077]

(C) A configuration on top

The configuration of the top face of heights is defined by the function and application of optical waveguide which are formed on the top face of heights. That is, since the optical waveguide of the gestalt of this operation breathes out a drop, forms an optical waveguide section precursor on the top face of heights, stiffens this precursor and forms the optical waveguide section, it can control the configuration of optical waveguide by controlling the configuration of the top face of heights.

[0078]

For example, in optical waveguide 100 (refer to drawing 6 - drawing 8), the configuration of top-face 12a of heights 12 is a rectangle. Thereby, the optical waveguide section 14 is a straight line-like.

Moreover, as for the optical waveguide 101 shown in drawing 9 and drawing 10 , top-face 82a (refer to drawing 10) of heights 82 has pars-convoluta-lobuli-corticalis-renis 82b. Thereby, the optical waveguide section 84 has the pars convoluta lobuli corticalis renis. Or as for the optical waveguide 102 shown in drawing 11 and drawing 12 , top-face 92a (refer to drawing 12) of heights 92 has branching 92b. Thereby, the optical waveguide section 94 has branching. As shown in drawing 10 and drawing 11 , even when it has the pars convoluta lobuli corticalis renis and branching according to the optical waveguide of the gestalt of this operation, the cross section of the optical waveguide section can be formed in a circularly near configuration. Thereby, the propagation effectiveness of light can be raised also in the optical waveguide which has the pars convoluta lobuli corticalis renis and branching. In addition, especially the pars convoluta lobuli corticalis renis, and the number and configuration of branching can set up suitably the pars convoluta lobuli corticalis renis, and the number and configuration of branching by necessarily not being limited and setting up the configuration of the top face of heights suitably.

[0079]

Moreover, it can be made the optical waveguide section which has the pars convoluta lobuli corticalis renis and branching by making the top face of heights into the configuration which has the pars convoluta lobuli corticalis renis and branching like [optical waveguide / in the operation gestalt mentioned later] the modification mentioned above.

[0080]

[Optical waveguide section]

(A) Solid configuration

The optical waveguide section has a solid configuration according to the application and function. As the optical waveguide section 14 of the gestalt of this operation is shown in drawing 6 , the cross section is a cutting circle-like. In this case, the cross-section configuration of the optical waveguide section 14 can also be made into the shape of a cutting ellipse by adjusting the amount of the drop used in order to form the optical waveguide section 14. Since the column of [heights] explained the solid configuration of the optical waveguide section collectively, detailed explanation is omitted.

[0081]

(B) Quality of the material

The optical waveguide section 14 can consist of the quality of the material which can make the light of predetermined wavelength spread. Moreover, the optical waveguide section 14 is formed by stiffening the liquid ingredient which can be hardened by adding energy, such as heat or light, like the optical waveguide 114 of the gestalt of the 1st operation. After the optical waveguide section's 14 breathing out drop 14b which consists of said liquid ingredient to top-face 12a of heights 12 and forming precursor 14a of the optical waveguide section in the gestalt of this operation, specifically, it is formed by stiffening this precursor 14a. It mentions later in detail.

2. Manufacture Approach of Optical Waveguide

Next, the manufacture approach of optical waveguide 100 shown in drawing 6 - drawing 8 is explained with reference to drawing 14 (a) - drawing 14 (e), drawing 15 (a), and drawing 15 (b). Drawing 14 (a) - drawing 14 (e), drawing 15 (a), and drawing 15 (b) are the sectional views showing typically one production process of the optical waveguide 100 shown in drawing 6 - drawing 8 , respectively.

[0082]

(1) Formation of heights 12

First, heights 12 are formed in a base 10 (refer to drawing 14 (a) - drawing 14 (e)). By determining the configuration of heights 12, the configuration of the optical waveguide section 14 formed at a next process is determined. That is, the configuration of heights 12 is determined according to the configuration of the desired optical waveguide section 14. Moreover, formation of heights 12 can choose suitable approaches (for example, a selection grown method, the dry etching method, the wet etching method, the lift-off method, a replica method, etc.) according to the quality of the material, the configuration, and magnitude of heights 12. Moreover, as mentioned above, in the gestalt of this operation, the case where heights 12 consist of polyimide resin is explained.

[0083]

First, after applying a polyimide precursor on the base 10 which consists of a glass substrate, it heat-treats at about 150 degrees C (refer to drawing 14 (a)). This forms resin layer 12x. Here, although resin layer 12x are in the condition that a configuration can be held, they are in the condition which has not been hardened completely.

[0084]

Next, after forming the resist layer R1 on resin layer 12x, a photolithography process is performed using the mask 130 of a predetermined pattern (refer to drawing 14 (b)). Thereby, the resist layer R1 of a predetermined pattern is formed (refer to drawing 14 (c)).

[0085]

Subsequently, patterning of resin layer 12x is carried out by the wet etching using an alkali system solution by using the resist layer R1 as a mask. Thereby, heights (soil rest material) 12 are formed (refer to drawing 14 (d)). Then, after removing the resist layer R1, heights 12 are completely stiffened by heat-treating at about 350 degrees C (refer to drawing 14 (e)).

[0086]

(2) Formation of the optical waveguide section 14

Subsequently, the optical waveguide section 14 is formed (refer to drawing 15 (a) and drawing 15 (b)). First, as shown in drawing 15 (a), drop 14b for forming the optical waveguide section 14 is breathed out to top-face 12a of heights 12, and precursor 14a of the optical waveguide section is formed. As mentioned above, the liquid ingredient which constitutes drop 14b has the property which can be hardened by adding energy.

[0087]

As an approach of carrying out the regurgitation of the drop 14b, the approach of carrying out the regurgitation of the drop 114b and the same approach can be used in the 1st above-mentioned operation gestalt. In addition, before carrying out the regurgitation of the drop 14b, the wettability of top-face 12a to drop 14b is controllable if needed by performing lyophilic processing or liquid repellance processing to top-face 12a of heights 12. Thereby, the optical waveguide section 14 which has a predetermined configuration and magnitude can be formed.

[0088]

Subsequently, as shown in drawing 15 (a), precursor 14a of the optical waveguide section is stiffened, and the optical waveguide section 14 is formed. Specifically, the energy 15, such as heat or light, is given to precursor 14a of the optical waveguide section. In case precursor 14a of the optical waveguide section is hardened, a suitable approach is used according to the class of said liquid ingredient. Specifically as grant of energy 15, the optical exposure of addition of heat energy, ultraviolet rays, or a laser beam is mentioned, for example. Here, the configuration, the magnitude, and the quality of the material of precursor 14a of the optical waveguide section adjust the amount of energy 15 suitably. According to the above process, the optical waveguide 100 containing the optical waveguide section 14 is obtained (refer to drawing 6 - drawing 8).

[0089]

In addition, from the obtained optical waveguide 100, the optical waveguide section 14 can be taken and it can carry out outside. The removed optical waveguide section 14 can be installed in other equipments. Drawing 16 and drawing 17 are the sectional views showing typically an example of the approach of removing the optical waveguide section 14 from heights 12, respectively.

[0090]

For example, as shown in drawing 16 , the optical waveguide section 14 can be removed to the joint of heights 12 and the optical waveguide section 14 by blowing gas (for example, inert gas, such as argon gas or nitrogen gas) 16 among optical waveguides 100.

[0091]

Or the optical waveguide section 14 can be removed from top-face 12a of heights 12 by removing, after sticking adhesive tape 150 on the optical waveguide section 14, as shown in drawing 17 . In addition, in this case, if **** processing is beforehand performed to top-face 12a of heights 12, removal of the

optical waveguide section 14 will become easy.

3. Operation Effectiveness

According to the optical waveguide 100 and its manufacture approach of a gestalt of this operation, it has the same operation effectiveness as the optical waveguide 114 of the gestalt of the 1st operation, and its manufacture approach. In addition, the optical waveguide 100 and its manufacture approach of a gestalt of this operation have the operation effectiveness taken below.

[0092]

(1) To the 1st, the magnitude and the configuration of the optical waveguide section 14 are strictly controllable. That is, the configuration of the optical waveguide section 14 is controllable by the discharge quantity of drop 14b. The optical waveguide 100 which contains by this the optical waveguide section 14 which has a desired configuration and magnitude can be obtained.

[0093]

The above-mentioned operation effectiveness is explained in full detail with reference to a drawing. In the production process of the optical waveguide 100 concerning the gestalt of this operation mentioned above, drawing 33 is the sectional view showing typically near for a joint with precursor 14a of heights 12 and the optical waveguide section, and, specifically, is the enlarged drawing of the cross section in drawing 15 (b).

[0094]

Drawing 33 shows the condition that the liquid ingredient for forming the optical waveguide section 14 was breathed out on the base 10. That is, drawing 33 shows the condition before stiffening precursor 14a of the optical waveguide section, and the condition that in other words precursor 14a of the optical waveguide section which consists of said liquid ingredient is installed on the base 10.

[0095]

In drawing 33, γ_L is the surface tension of a liquid ingredient (precursor 14a of the optical waveguide section), and γ_{SL} is the boundary tension of a base 10 and said liquid ingredient. According to the manufacture approach of the optical waveguide concerning the gestalt of this operation, as shown in drawing 33, precursor 14a of the optical waveguide section is formed on top-face 12a of heights 12. Thereby, unless side-face 12b of heights 12 gets wet in precursor 14a of the optical waveguide section, the surface tension of heights 12 does not act on precursor 14a of the optical waveguide section, but surface tension γ_L of precursor 14a of the optical waveguide section mainly acts. For this reason, in order to form precursor 14a of the optical waveguide section, the configuration of precursor 14a of the optical waveguide section is controllable by adjusting the amount of the drop which carries out the regurgitation. Thereby, the optical waveguide section 14 which has a desired configuration and magnitude can be obtained. Moreover, according to the manufacture approach of the optical waveguide 100 of the gestalt this operation, as shown in drawing 6, the optical waveguide section 14 which has the cross section of a circularly near configuration can be obtained. Thereby, the optical waveguide excellent in the propagation effectiveness of light can be obtained.

[0096]

(2) To the 2nd, the installation location of the optical waveguide section 14 is strictly controllable. As mentioned above, after the optical waveguide section's 14 breathing out drop 14b to top-face 12a of heights 12 and forming precursor 14a of the optical waveguide section, it is formed by stiffening precursor 14a of the optical waveguide section (refer to drawing 15 (b)). It is difficult to control the impact location of the breathed-out drop strictly generally in many cases. However, according to this approach, the optical waveguide section 14 can be formed on top-face 12a of heights 12, without performing especially alignment. That is, precursor 14a of the optical waveguide section can be formed by only carrying out the regurgitation of the drop 14b to top-face 12a of heights 12, without performing alignment. In other words, the precursor 14 of the optical waveguide section can be formed in the alignment precision at the time of forming heights 12. Thereby, the optical waveguide section 14 by which the installation location was controlled can be obtained simply.

[0097]

(3) The configuration of the optical waveguide section 14 can be set up by 3rd setting up the

configuration of top-face 12a of heights 12. That is, the optical waveguide section 14 which has a predetermined function can be formed by choosing suitably the configuration of top-face 12a of heights 12. For example, as shown in the modification (drawing 9 - drawing 12), the optical waveguide which has branching and the pars convoluta lobuli corticalis renis can be formed by the simple approach by choosing the configuration of the top face of heights suitably. Therefore, two or more optical waveguide sections which have a different configuration can also be installed on the same base by forming on a base two or more heights from which the configuration of the top face of heights differs.

[0098]

(4) As mentioned above, after breathing out drop 14b and forming precursor 14a, the optical waveguide section 14 makes the 4th harden this precursor 14a, and is formed in it. For this reason, as shown in drawing 3 , end-face 14c of the optical waveguide section 14 is a curved surface. That is, when end-face 14c of the optical waveguide section 14 is a curved surface, this end-face 14c functions as a lens which condenses the light which carries out outgoing radiation from the optical waveguide section 14. In case for example, a light corpuscle child etc. is made by this to combine the light which carried out outgoing radiation from the optical waveguide section 14, the joint effectiveness of light can be raised.

Consequently, the complicated optical system using the optical member for condensing light etc. becomes unnecessary.

[0099]

[The gestalt of the 3rd operation]

1. Structure of Optical Waveguide

Drawing 18 , drawing 20 , drawing 22 , and drawing 24 are the sectional views showing an example of the optical waveguide of the gestalt of the 3rd operation, respectively. Moreover, drawing 19 , drawing 21 , drawing 23 , and drawing 25 are the top views showing typically the optical waveguide shown in drawing 18 , drawing 20 , drawing 22 , and drawing 24 , respectively. In addition, drawing 18 , drawing 20 , drawing 22 , and drawing 24 show drawing 19 , drawing 21 , drawing 23 , and the cutting plane in A-A of drawing 25 , respectively.

[0100]

In addition, in each optical waveguide shown in drawing 18 - drawing 25 , the same sign shall be given to the part which has the same configuration as the optical waveguide 100 of the 2nd above-mentioned gestalt, and detailed explanation shall be omitted.

[0101]

In the optical waveguide of the gestalt of this operation, as shown in drawing 18 - drawing 25 , the configuration of heights differs from the configuration of the heights 12 which constitute the optical waveguide 100 (refer to drawing 6 - drawing 8) of the gestalt of the 2nd operation. Moreover, in the gestalt of this operation, soil rest material is installed on the base 10, and the case where this soil rest material is heights is shown.

[0102]

Moreover, as mentioned above, although especially the solid configuration of heights is not necessarily limited, it is needed that it is the structure where the optical waveguide section can be installed on the top face at least. Hereafter, the optical waveguide (optical waveguides 104-107) shown in drawing 18 - drawing 25 is explained, respectively.

[0103]

(A) In the optical waveguide 104 shown in drawing 18 and drawing 19 , the angle theta of top-face 22a of heights 22 and side-face 22b to make is an acute angle. Here, side-face 22b of heights 22 means the field which touches top-face 22a in the flank of heights 22. In heights 22, the flank of heights 22 is side-face 22b of heights 22.

[0104]

The optical waveguide section 14 is formed at the same process as the optical waveguide section 14 of the gestalt of the 2nd operation. That is, after breathing out a drop to top-face 22a of heights 22 and forming the precursor (not shown) of the optical waveguide section 14, it is formed by stiffening this precursor. Here, when the angle theta of top-face 22a of heights 22 and side-face 22b to make is an acute

angle, in case the regurgitation of the drop is carried out to top-face 22a of heights 22, it can prevent that side-face 22b of heights 22 gets wet in a drop. Consequently, the optical waveguide section 14 which has a desired configuration and magnitude can be formed certainly.

[0105]

(B) In the optical waveguide 105 shown in drawing 20 and drawing 21, up 32c of heights 32 is a back taper-like. In other words, heights 32 have a canopy-top mold configuration. Also in this case, the angle theta of top-face 32a of heights 32 and side-face 32b (field which touches top-face 32a in the flank of heights 32) to make turns into an acute angle. According to this configuration, the angle theta of top-face 32a of heights 32 and side-face 32b to make can be made smaller, holding the stability of heights 32. Thereby, it can prevent certainly that side-face 32b of heights 32 gets wet in a drop. Consequently, the optical waveguide section 14 which has a desired configuration and magnitude can be formed more certainly.

[0106]

Moreover, heights 32 consist of polyimide system resin like the heights 12 of the optical waveguide 100 of the gestalt of the 2nd operation.

[0107]

(C) In the optical waveguide 106 shown in drawing 22 and drawing 23, the cross-section configuration of heights 32 is a trapezoid.

[0108]

(D) In the optical waveguide 107 shown in drawing 24 and drawing 25, top-face 62a of heights 62 is a curved surface. In the optical waveguide 107 which shows it to drawing 24 and drawing 25 by having set to the above-mentioned optical waveguide although the gap also showed the case where the top face of heights consisted of a flat surface, top-face 62a of heights 62 is a curved surface. moreover, the approach as the optical waveguide section 14 that the optical waveguide section 34 is the same -- and it can consist of the same quality of the material.

[0109]

according to optical waveguide 107 -- almost -- a circle -- the spherical optical waveguide section 34 can be installed on top-face 62a of heights 62. In addition, the top face of heights can be made into a curved surface also in the optical waveguide (refer to drawing 6 - drawing 13 and drawing 18 - drawing 23) of the operation gestalt mentioned above. Moreover, in optical waveguide 107, the ellipse ball-like optical waveguide section can also be formed by adjusting the configuration and magnitude of top-face 62a of heights 62, and the amount of the drop used in order to form the optical waveguide section 34. In this case, the cross section of said optical waveguide is an ellipse.

2. Manufacture Approach of Optical Waveguide

Next, the manufacture approach of optical waveguide 105 (refer to drawing 20 and drawing 21) is explained with reference to drawing 26 (a) - drawing 26 (e) among the optical waveguides 104-107 (refer to drawing 18 - drawing 25) of the gestalt of this operation. Drawing 26 (a) - drawing 26 (e) are the sectional views showing typically one production process of the optical waveguide 105 shown in drawing 20 and drawing 21, respectively.

[0110]

(1) Formation of heights 32

The manufacture approach of the optical waveguide 105 of the gestalt this operation is the same as the manufacture approach of the optical waveguide 100 of the gestalt the 2nd operation except for the patterning process of heights 32. For this reason, the patterning process of heights 32 is mainly explained here.

[0111]

First, after forming resin layer 32x on a base 10, the resist layer R1 of a predetermined pattern is formed (refer to drawing 26 (a) - drawing 26 (c)). The process so far is the same as that of the manufacture approach (refer to drawing 14 (a) - drawing 14 (c)) of the optical waveguide 100 of the 2nd above-mentioned operation gestalt.

[0112]

Next, it heat-treats at the temperature (for example, 130 degrees C) of extent which does not deteriorate a resist. By applying heat from the top-face side of resin layer 32x in this heat treatment, it is more desirable than a part for base 10 flank among resin layer 32x to enlarge the degree of hardening of a part the top-face side (resist layer R1 side) of resin layer 32x.

[0113]

Subsequently, wet etching of resin layer 32x is carried out by using the resist layer R1 as a mask. In this process, since the invasion rate of etchant is slow as compared with other parts, a part for the direct lower part of the resist layer R1, i.e., the upper part of resin layer 32x, is hard to be etched. Moreover, the degree of hardening for a top-face flank of resin layer 32x is larger than the degree of hardening for base 10 flank by said heat treatment. Thereby, a part for the top-face flank of resin layer 32x has an etching rate smaller than a part for base 10 flank in wet etching. For this reason, a part for the top-face flank of resin layer 32x is compared with a part for base 10 flank at the time of this wet etching, since the etch rate is slow, the amount of [of resin layer 32x] top-face flank compares with a part for base 10 flank, and they remain. [more] Thereby, up 32c can obtain the heights 32 formed in the shape of a back taper (refer to drawing 26 (d)). Subsequently, the resist layer R2 is removed (refer to drawing 26 (e)).

[0114]

(B) Formation of the optical waveguide section 14

Subsequently, the optical waveguide section 14 is formed. Since the approach of forming the optical waveguide section 14 is the same as the formation approach of the optical waveguide section 14 of the gestalt the 2nd operation, explanation is omitted. Optical waveguide 105 is obtained by the above (refer to drawing 20 and drawing 21).

3. Operation Effectiveness

According to the optical waveguide 105 and its manufacture approach of a gestalt of this operation, it has the same operation effectiveness as the optical waveguide of the gestalt of the 1st and the 2nd operation, and its manufacture approach. In addition, the optical waveguide and its manufacture approach of a gestalt of this operation have the operation effectiveness stated in the column of the structure of optical waveguide, and the manufacture approach of optical waveguide.

[0115]

[The gestalt of the 4th operation]

1. Structure of Optical Waveguide

Drawing 27 is the sectional view showing the optical waveguide 108 of the gestalt of the 4th operation typically. Drawing 28 is the top view showing typically the optical waveguide 108 shown in drawing 27 . In addition, drawing 27 shows the cutting plane in A-A of drawing 28 .

[0116]

The optical waveguide 108 of the gestalt of this operation contains the heights (soil rest material) 12 prepared in the base 10, the optical waveguide section 14 prepared on top-face 12a of heights 12, and the optical waveguide section 14 with the wrap enveloping layer 160, as shown in drawing 27 and drawing 28 . As shown in drawing 27 and drawing 28 , the optical waveguide 108 of the gestalt of this operation embeds the optical waveguide 100 of the gestalt of the 2nd operation by the enveloping layer 160, and, specifically, is formed.

[0117]

This enveloping layer 160 has a refractive index smaller than the optical waveguide section 14.

Moreover, heights 12 have a refractive index smaller than the optical waveguide section 14. That is, the optical waveguide section 14 is covered with the layer (an enveloping layer 160 and heights 12) with a refractive index smaller than the optical waveguide section 14. In other words, in this optical waveguide 108, the optical waveguide section 14 functions as a core, and heights 12 and an enveloping layer 160 function as a clad. In addition, although especially the quality of the material of an enveloping layer 160 is not limited, resin can be used, for example.

[0118]

Moreover, a refractive index can form heights 12 and an enveloping layer 160 with the almost equal quality of the material in this case. Thereby, all the perimeters of the optical waveguide section 14 can

be covered like the structure of an optical fiber with the quality of the material which has the almost same refractive index.

2. Manufacture Approach of Optical Waveguide

The optical waveguide of the gestalt of this operation can be formed by embedding the optical waveguide section 14 by the enveloping layer 160 to the optical waveguide 100 (refer to drawing 6 - drawing 8) of the gestalt of the 2nd operation. Formation of an enveloping layer 160 can be suitably chosen by the quality of the material and thickness of an enveloping layer 160. for example, the case where an enveloping layer 160 consists of resin -- a dispenser, the ink jet method, a spin coat method, vacuum deposition, and LB -- law etc. can be illustrated. 3. Operation Effectiveness

According to the optical waveguide 108 and its manufacture approach of a gestalt of this operation, it has the same operation effectiveness as the optical waveguide of the gestalt of the 1st and the 2nd operation, and its manufacture approach. In addition, the optical waveguide 108 and its manufacture approach of a gestalt of this operation have the following operation effectiveness.

[0119]

According to the optical waveguide 108 of the gestalt of this operation, the leakage of the light from the optical waveguide section 14 can be reduced by covering the optical waveguide section 14 with the layer (an enveloping layer 160 and heights 12) with a refractive index smaller than the optical waveguide section 14. Thereby, the propagation effectiveness of the light which spreads the inside of the optical waveguide section 14 can be raised more.

[0120]

Moreover, the optical waveguide section 14 is firmly fixable on top-face 12a of heights 12 by embedding the optical waveguide section 14 by the enveloping layer 160.

[0121]

In addition, although the optical waveguide 108 of the gestalt of this operation showed the case where an enveloping layer 160 was formed in the optical waveguide 100 of the gestalt of the 2nd operation, it can form an enveloping layer in such optical waveguides similarly if needed in the optical waveguide of the gestalt of the 1st and the 3rd operation.

[0122]

[The gestalt of the 5th operation]

1. Structure of Optical Waveguide

Drawing 29 is the sectional view showing the optical waveguide 109 of the gestalt of the 5th operation typically. Drawing 30 is the top view showing typically the optical waveguide 109 shown in drawing 29 . In addition, drawing 29 shows the cutting plane in A-A of drawing 30 .

[0123]

The optical waveguide 109 of the gestalt of this operation contains the heights (the 1st heights) 12 prepared in the base 10, the optical waveguide section 14, the 2nd heights 72, and an enveloping layer 74, as shown in drawing 29 and drawing 30 .

[0124]

As shown in drawing 29 and drawing 30 , more specifically, this optical waveguide 109 contains the optical waveguide 100 of the gestalt of the 2nd operation. Moreover, the 2nd two heights 72 are installed so that this optical waveguide 100 may be inserted. Furthermore, the enveloping layer 74 is embedding this optical waveguide 100. Moreover, as for this enveloping layer 74, that part is formed on top-face 72a of the 2nd two heights 72.

[0125]

The 2nd heights 72 are arranged in parallel with the 1st heights 12. As shown in drawing 30 , the 2nd two heights 72 were formed so that the 1st heights 12 might be inserted, and, specifically, are prolonged in the direction parallel to the direction of X with the 1st heights 12.

[0126]

An enveloping layer 74 has a refractive index smaller than the optical waveguide section 14. The 1st heights 12 also have a refractive index smaller than the optical waveguide section 14. That is, the optical waveguide section 14 is covered with the layer (an enveloping layer 74 and the 1st heights 12) with a

refractive index smaller than the optical waveguide section 14. In other words, in this optical waveguide 109, the optical waveguide section 14 functions as a core, and the 1st heights 12 and enveloping layer 74 function as a clad.

[0127]

Although especially the quality of the material of an enveloping layer 74 is not limited, resin can be used, for example. In the optical waveguide 109 of the gestalt of this operation, an enveloping layer 74 explains the case where stiffen the liquid ingredient which can be hardened by giving energy, and it is formed, like the optical waveguide section 14.

2. Manufacture Approach of Optical Waveguide

Next, the manufacture approach of the optical waveguide of the gestalt this operation is explained using drawing 31 (a) and drawing 31 (b). Drawing 31 (a) and drawing 31 (b) are the sectional views showing typically one production process of the optical waveguide 109 shown in drawing 29 and drawing 30, respectively.

[0128]

(1) Formation of the 1st heights 12, the optical waveguide section 14, and the 2nd heights 72

With the gestalt of this operation, the optical waveguide 100 of the gestalt of the 2nd operation is formed first. Since the column (refer to drawing 14 (a) - drawing 14 (e) and drawing 15 (a) - drawing 15 (c)) of the gestalt of the 2nd operation explained the manufacture approach of this optical waveguide 100, detailed explanation is omitted here.

[0129]

Subsequently, the 2nd two heights 72 are formed in a base 10. The 1st heights 12 are formed between these 2nd two heights 72, and the 2nd two heights 72 are formed so that these 2nd two heights 72 may be prolonged in parallel with the 1st heights 12.

[0130]

Or these heights 72 may be formed in the process and coincidence which form the heights (the 1st heights) 12 of optical waveguide 100 instead of forming the 2nd heights 72, after forming optical waveguide 100.

[0131]

By the above, optical waveguide 100 and the 2nd heights 72 are formed (refer to drawing 31 (a)). Optical waveguide 100 contains the 1st heights 12 and optical waveguide section 14, as shown in drawing 31 (a).

[0132]

(2) Formation of an enveloping layer 74

Subsequently, an enveloping layer 74 is formed. In the gestalt of this operation, it is formed using the liquid ingredient which has the property which can be hardened when this enveloping layer 74 gives energy like the optical waveguide section 14.

[0133]

First, the regurgitation of the drop (2nd drop) 74b is carried out on the optical waveguide section 14 and 2nd heights 72 top-face 72a. Here, make into "the inside [heights / 72 / 2nd]" the field inserted into the 2nd two heights 72, and let the side and the opposite side in which the 1st heights 12 are formed on the basis of the 2nd heights 72 be "an outside [heights / 72 / 2nd]." At this process, drop 74b which reached the target adjusts the discharge quantity of drop 74b so that it may not be installed outside the 2nd heights 72. Moreover, the regurgitation approach of drop 74b can use the same approach as the case where the optical waveguide section 14 is formed with the gestalt of the 2nd operation. For this reason, detailed explanation is omitted. Enveloping layer precursor 74a is formed of the above process (refer to drawing 31 (b)).

[0134]

This enveloping layer precursor 74a was formed on top-face 72a of the 2nd heights 72, and has covered the optical waveguide section 14. As shown in drawing 31 (b), the 1st heights 12 and optical waveguide section 14 are embedded by enveloping layer precursor 74a, and, more specifically, a part of enveloping layer precursor 74a is formed on top-face 72a of the 2nd two heights 72.

[0135]

Subsequently, it is made to harden by giving energy to enveloping layer precursor 74a. The same approach as the case where the optical waveguide section 14 is formed with the gestalt of the 2nd operation can be used for the approach of hardening enveloping layer precursor 74a. For this reason, detailed explanation is omitted. According to the above process, the optical waveguide 109 containing the optical waveguide section 14 and an enveloping layer 74 is obtained.

[0136]

In addition, in the gestalt of this operation, although the case where optical waveguide 109 contained the optical waveguide 100 of the gestalt of the 2nd operation was shown, even when the optical waveguide of the gestalt of the 1st and the 3rd operation is used, the optical waveguide of the gestalt of this operation can be similarly formed instead of optical waveguide 100.

3. Operation Effectiveness

According to the optical waveguide 109 and its manufacture approach of a gestalt of this operation, it has the same operation effectiveness as the optical waveguide of the gestalt of the 4th operation, and its manufacture approach. In addition, the optical waveguide 109 and its manufacture approach of a gestalt of this operation have the following operation effectiveness.

[0137]

(1) Breathe out drop (2nd drop) 74b on the optical waveguide section 14 and 2nd heights 72 top-face 72a, and form enveloping layer precursor 74a in the 1st. In this process, the optical waveguide 109 with a more nearly circularly near cross section can be obtained by forming enveloping layer precursor 74a on top-face 72a of the 2nd heights 72. Thereby, the leakage of the light from the optical waveguide section 74 can be reduced. Consequently, the propagation effectiveness of light can obtain the more excellent optical waveguide.

[0138]

(2) An enveloping layer 74 can be formed the top-face 72a top of the 2nd heights 72, and inside the 2nd heights 72 by being installed so that the 2nd two heights 72 may insert the 1st heights 12 into the 2nd in the process which carries out the regurgitation of the drop 74b in order to form enveloping layer precursor 74a. That is, the installation location, the configuration, and magnitude of an enveloping layer 74 are controllable by installing the 2nd heights 72 in a position. Moreover, since an enveloping layer 74 can be formed only in a required part by carrying out the regurgitation of the drop 74b after installing the 2nd heights 72 in a position, it becomes saving of an ingredient.

[0139]

When forming the optical waveguide 100 of the gestalt of the 2nd operation on the substrate with which a component and electric wiring were loaded together, in order to prevent the propagation effectiveness of the light within the optical waveguide section 14 falling by the leakage of the light from the optical waveguide section 14 to the exterior in a place, it is desirable to cover the optical waveguide section 14 by the enveloping layer. However, since a component and electric wiring are carried on said substrate in this case, it may be difficult for this whole substrate to form an enveloping layer. On the other hand, an enveloping layer 74 can be formed only in a required part by breathing out drop 74b and forming an enveloping layer 74, after according to the optical waveguide 109 of the gestalt of this operation installing the 2nd heights 72 so that optical waveguide 100 may be inserted. Thereby, the substrate with which said component and electric wiring, and optical waveguide were loaded together can be formed.

[0140]

[The gestalt of the 6th operation]

1. Circuit Board, Optical Module, Optical Transport Unit

Drawing 32 is the perspective view showing typically the circuit board 500 concerning the gestalt of this operation.

[0141]

The circuit board 500 contains the optical waveguide 100 of the gestalt of the 2nd operation, a light emitting device 200, and IC300,400, as shown in drawing 32. These are formed on the substrate 110.

[0142]

It connects with the light emitting device 200, and optical waveguide 100 spreads the light which carries out outgoing radiation from a light emitting device 200. Moreover, a light emitting device 200, and IC300, IC300 and IC400 are electrically connected by electric wiring 210, respectively. Moreover, an optical module consists of optical waveguide 100 and a light emitting device 200. This optical module is used as a part of optical transport unit (not shown). This optical transport unit connects electronic equipment, such as a computer, a display, storage, and a printer, mutually.

[0143]

Electric wiring 210 can be formed by the manufacture approach of the optical waveguide of the gestalt of the 1st operation, or the gestalt the 2nd operation, and the same approach. Postcure of the liquefied resin precursor containing a conductive ingredient can specifically be breathed out and carried out on a substrate 110 using the ink jet method, and electric wiring 210 can be formed. Or after breathing out the dispersion liquid which the solvent was made to distribute a conductive ingredient and were obtained by the same approach, it can be made to be able to dry by making a solvent remove, and electric wiring 210 can also be formed.

[0144]

In addition, in the circuit board 500 of the gestalt of this operation, a photo detector (not shown) can also be installed instead of a light emitting device 200. In this case, the light which spreads optical waveguide 100 carries out incidence to said photo detector. Moreover, although the circuit board 500 of the gestalt of this operation showed the case where the optical waveguide 100 of the gestalt of the 2nd operation was included, one optical waveguide of the gestalten of the 1st, the 3rd - the 5th operation can be used for it instead of the optical waveguide 100 of the gestalt of the 2nd operation.

[0145]

This invention is not limited to the gestalt of operation mentioned above, and various deformation is possible for it. For example, this invention includes the same configuration (for example, a function, an approach and a configuration with the same result or the purpose, and a configuration with the same result) substantially with the configuration explained with the gestalt of operation. Moreover, this invention includes the configuration which replaced the part which is not essential as for a configuration of that the gestalt of operation explained. Moreover, this invention includes the configuration which can attain the configuration or the same purpose which does so the same operation effectiveness as the configuration explained with the gestalt of operation. Moreover, this invention includes the configuration which added the well-known technique to the configuration explained with the gestalt of operation.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing typically one process of the manufacture approach of the optical waveguide of the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 2] It is the sectional view showing typically one process of the manufacture approach of the optical waveguide of the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 3] It is the sectional view showing typically one process of the manufacture approach of the optical waveguide of the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 4] It is the top view showing typically the optical waveguide shown in drawing 3.

[Drawing 5] It is the sectional view showing typically one process of the manufacture approach of the optical waveguide of the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 6] It is the sectional view showing the optical waveguide of the gestalt of the 2nd operation typically.

[Drawing 7] It is the top view showing the optical waveguide of the gestalt of the 2nd operation typically.

[Drawing 8] It is the side elevation showing the optical waveguide of the gestalt of the 2nd operation typically.

[Drawing 9] It is the top view showing typically the example of a complete-change form of the optical waveguide of the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 10] It is the perspective view showing typically the optical waveguide shown in drawing 9.

[Drawing 11] It is the top view showing typically another example of a complete-change form of the optical waveguide of the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 12] It is the perspective view showing typically the optical waveguide shown in drawing 12.

[Drawing 13] It is the sectional view showing typically another example of a complete-change form of the optical waveguide of the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 14] Drawing 14 (a) - drawing 14 (e) are the sectional views showing typically one process of the manufacture approach of optical waveguide shown in drawing 6 - drawing 8, respectively.

[Drawing 15] Drawing 15 (a) and drawing 15 (b) are the sectional views showing typically one process of the manufacture approach of optical waveguide shown in drawing 6 - drawing 8, respectively.

[Drawing 16] It is the sectional view showing typically an example of an approach to remove the precursor of the optical waveguide section.

[Drawing 17] It is the sectional view showing typically another example of an approach to remove the precursor of the optical waveguide section.

[Drawing 18] It is the sectional view showing the optical waveguide of the gestalt of the 3rd operation typically.

[Drawing 19] It is the top view showing typically the optical waveguide shown in drawing 18.

[Drawing 20] It is the sectional view showing the optical waveguide of the gestalt of the 3rd operation typically.

[Drawing 21] It is the top view showing typically the optical waveguide shown in drawing 20.

[Drawing 22] It is the sectional view showing the optical waveguide of the gestalt of the 3rd operation typically.

[Drawing 23] It is the top view showing typically the optical waveguide shown in drawing 22.

[Drawing 24] It is the sectional view showing the optical waveguide of the gestalt of the 3rd operation typically.

[Drawing 25] It is the top view showing typically the optical waveguide shown in drawing 24.

[Drawing 26] Drawing 26 (a) - drawing 26 (e) are the sectional views showing typically one process of the manufacture approach of optical waveguide shown in drawing 20 and drawing 21, respectively.

[Drawing 27] It is the sectional view showing the optical waveguide of the gestalt of the 4th operation typically.

[Drawing 28] It is the top view showing typically the optical waveguide shown in drawing 27.

[Drawing 29] It is the sectional view showing the optical waveguide of the gestalt of the 5th operation typically.

[Drawing 30] It is the top view showing typically the optical waveguide shown in drawing 29.

[Drawing 31] Drawing 31 (a) and drawing 30 (b) are the sectional views showing typically one process of the manufacture approach of optical waveguide shown in drawing 29 and drawing 30, respectively.

[Drawing 32] It is the sectional view showing the circuit board of the gestalt of the 6th operation typically.

[Drawing 33] It is the enlarged drawing of the cross section in drawing 15 (b).

[Description of Notations]

10 Base, and 12, 22, 32, 42, 52, 62, 72, 82 and 92 Heights, 12a, 22a, 32a, 42a, 52a, 62a, 82a, and 92a The top face of heights, The side face of heights, and 12x and 32 Resin layer, 12b, 22b, and 32b 14, 84, and 94 The optical waveguide section, 14, and 34 The optical waveguide section and 14a The precursor of the optical waveguide section, 14b and 74b A drop and 15 Energy and 16 Gas and 17 Drop delivery, 32c The upper part of heights, and 74 An enveloping layer and 74a Enveloping layer precursor, 82b The pars convoluta lobuli corticalis renis and 92b Branching, and 100, 101, 102, 103, 104, 105 and 106, 107, 108, 109 Optical waveguide, 110 substrate and 114a An optical waveguide precursor and 114b A drop and 130, 230 Mask, 150 A pressure sensitive adhesive sheet and 160 An enveloping layer and 180 A **** pattern and 200 A light emitting device and 210 Electric wiring, 300, 400 IC, and 500 The circuit board, and R1 and R2 Resist layer

[Translation done.]

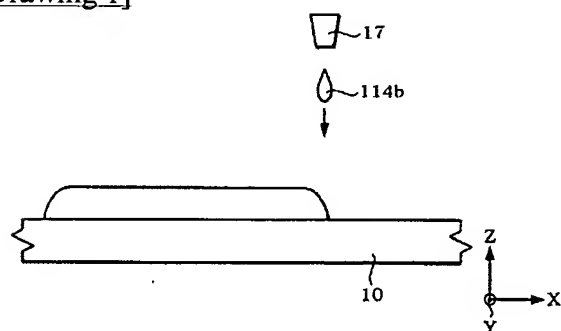
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

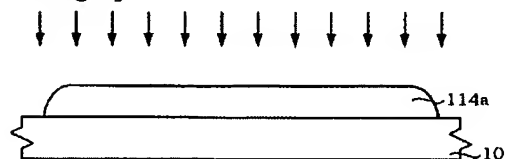
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

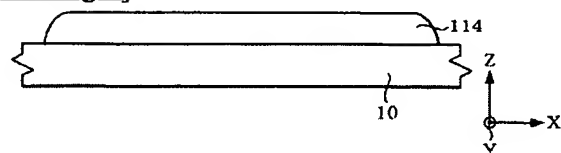
[Drawing 1]



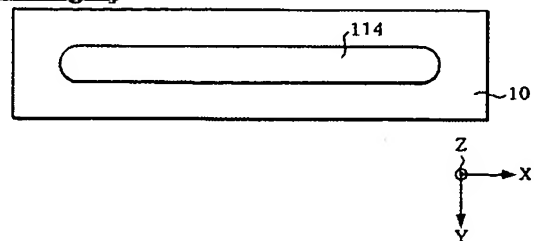
[Drawing 2]



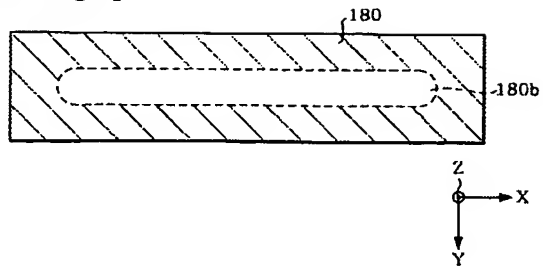
[Drawing 3]



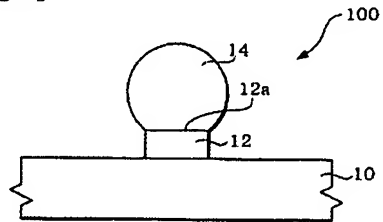
[Drawing 4]



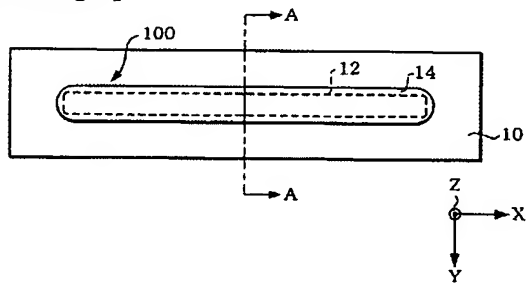
[Drawing 5]



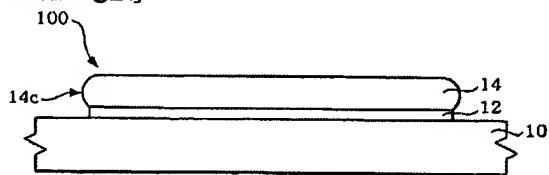
[Drawing 6]



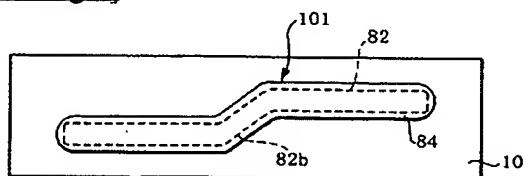
[Drawing 7]



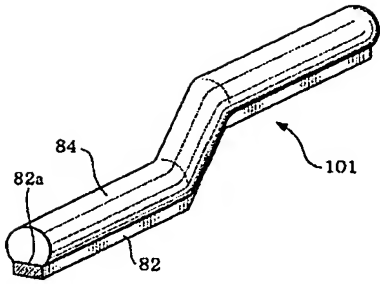
[Drawing 8]



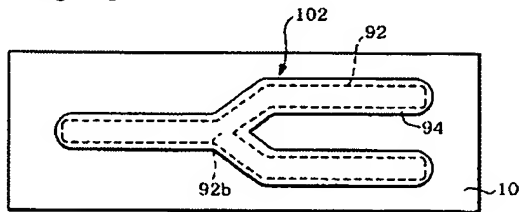
[Drawing 9]



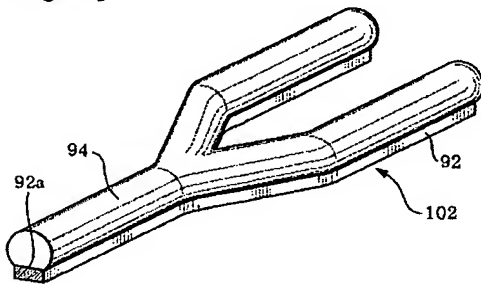
[Drawing 10]



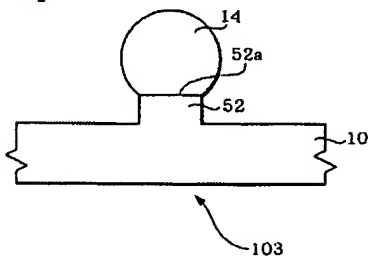
[Drawing 11]



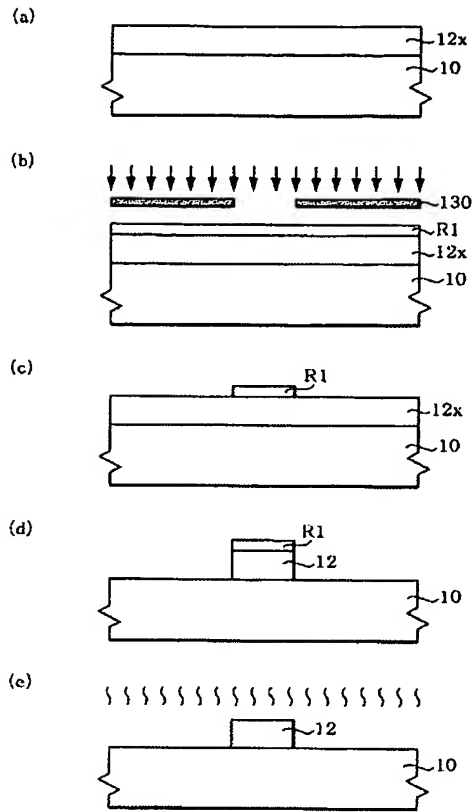
[Drawing 12]



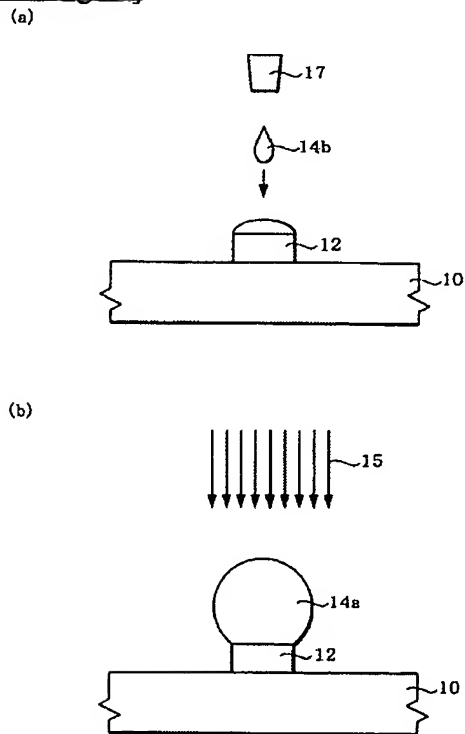
[Drawing 13]



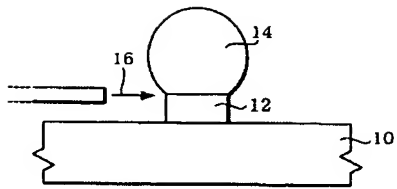
[Drawing 14]



[Drawing 15]

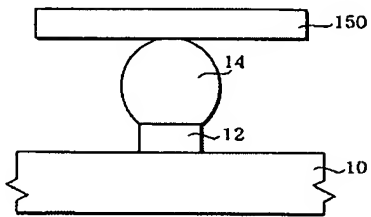


[Drawing 16]

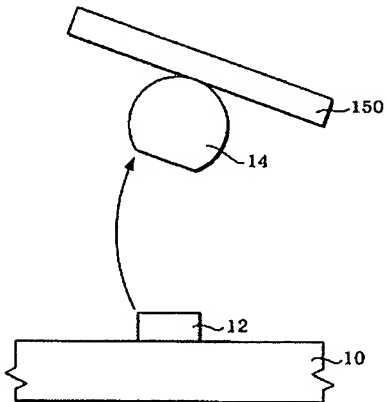


[Drawing 17]

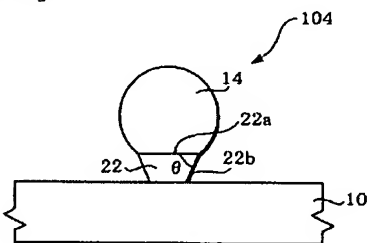
(a)



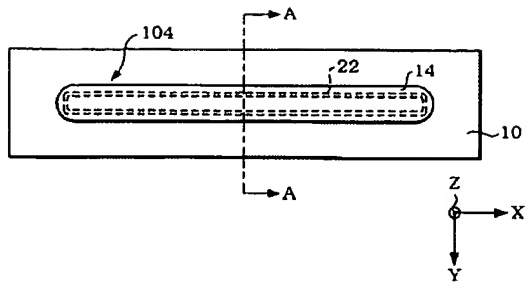
(b)



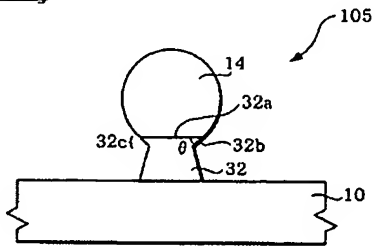
[Drawing 18]



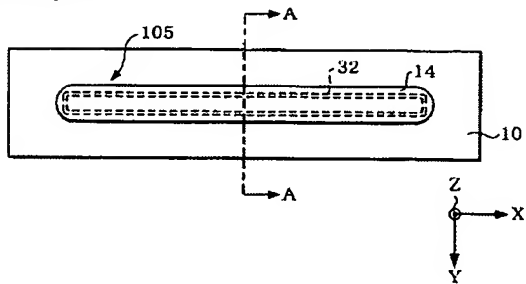
[Drawing 19]



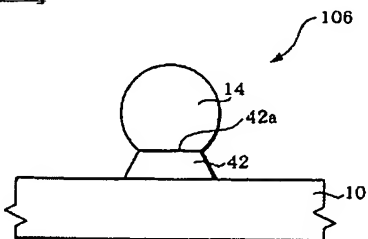
[Drawing 20]



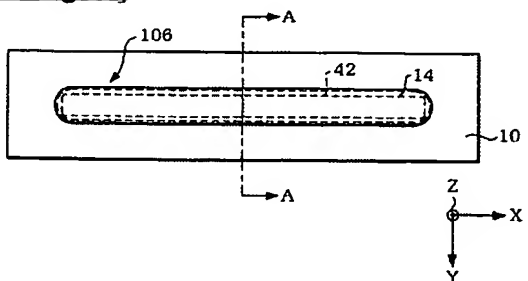
[Drawing 21]



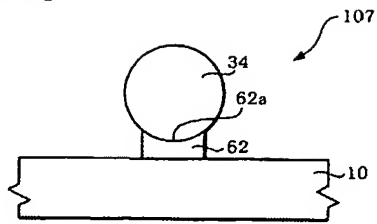
[Drawing 22]



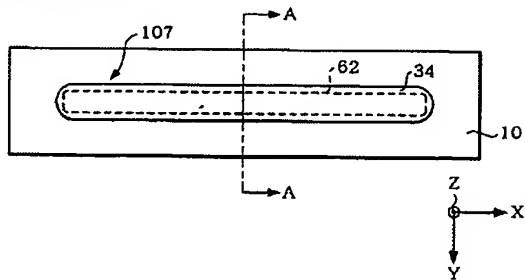
[Drawing 23]



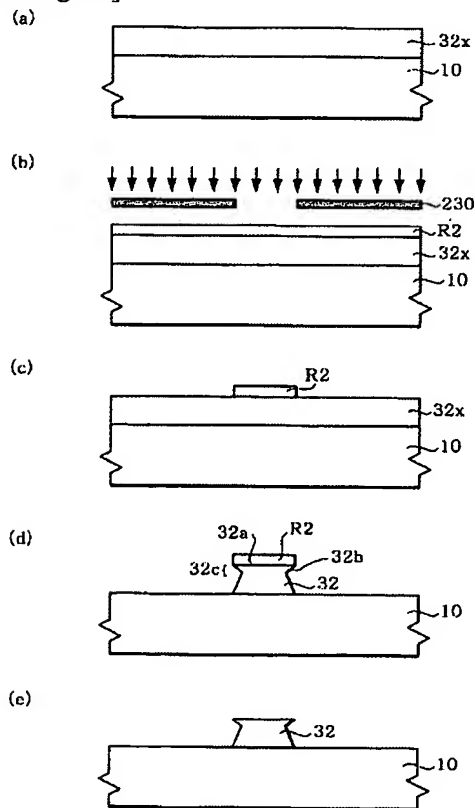
[Drawing 24]



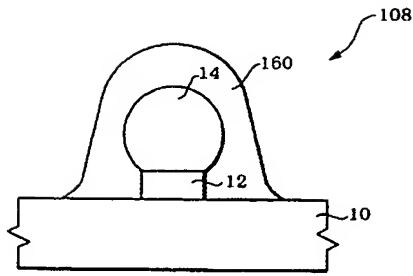
[Drawing 25]



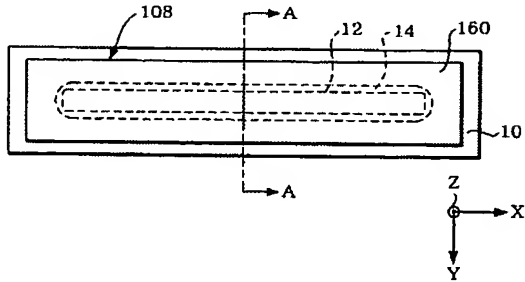
[Drawing 26]



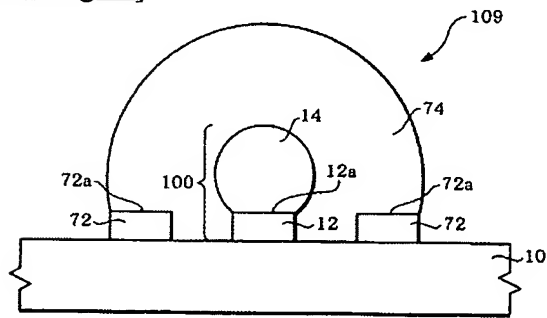
[Drawing 27]



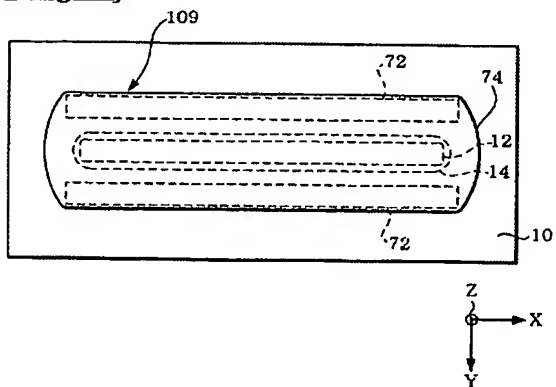
[Drawing 28]



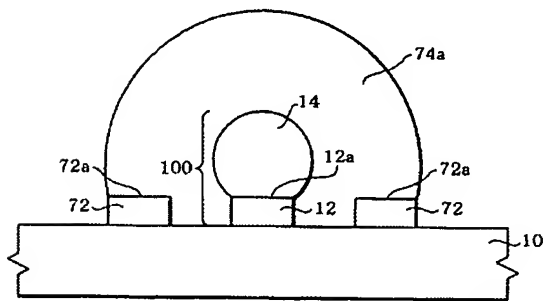
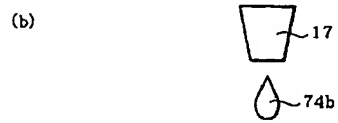
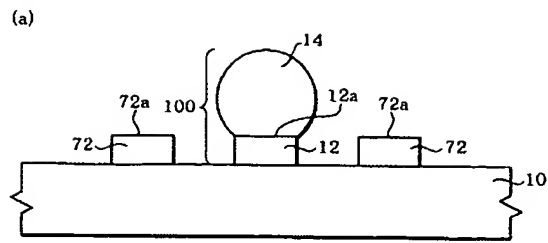
[Drawing 29]



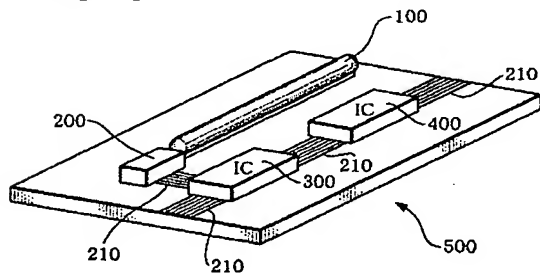
[Drawing 30]



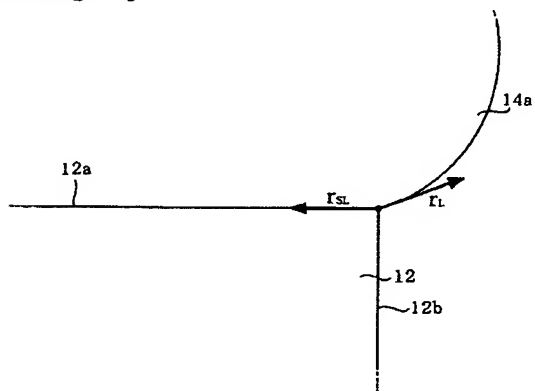
[Drawing 31]



[Drawing 32]



[Drawing 33]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-118003

(P2004-118003A)

(43) 公開日 平成16年4月15日(2004. 4. 15)

(51) Int. Cl.⁷G02B 6/13
G02B 6/122

F1

G02B 6/12 M
G02B 6/12 A

テーマコード(参考)

2H047

審査請求 未請求 請求項の数 43 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2002-283241 (P2002-283241)
(22) 出願日 平成14年9月27日(2002. 9. 27)(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人 100090479
弁理士 井上 一
(74) 代理人 100090387
弁理士 布施 行夫
(74) 代理人 100090398
弁理士 大淵 美千栄
(72) 発明者 金子 剛
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内/
Fターム(参考) 2H047 KA04 KA05 KA12 KA15 KB09
LA12 MA07 PA02 PA21 PA24
PA28 QA05

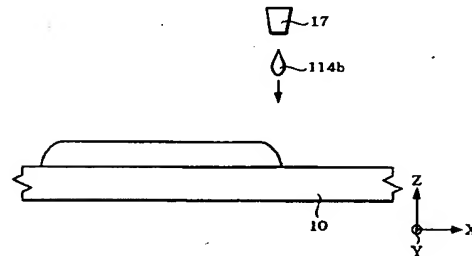
(54) 【発明の名称】 光導波路およびその製造方法、回路基板、光モジュール、光伝達装置

(57) 【要約】

【課題】 設置位置、形状および大きさが良好に制御された光導波路およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の光導波路の製造方法は、(a) 液体材料114bを基体10上に吐出して、光導波路前駆体114aを形成し、(b) 光導波路前駆体114aを硬化させて、光導波路114を形成することを含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 基体の表面に対して液滴を吐出して、光導波路前駆体を形成し、

(b) 前記光導波路前駆体を硬化させて、光導波路を形成すること、を含む、光導波路の製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 において、

さらに、(c) 前記液滴を吐出する前に、前記基体とは異なる濡れ性を有する膜パターンを該基体上に形成すること、を含む、光導波路の製造方法。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記膜パターンは、前記液滴に対する濡れ性が前記基体よりも高く、

前記 (a) において、前記膜パターンに対して前記液滴を吐出して、前記光導波路前駆体を形成する、光導波路の製造方法。

【請求項 4】

請求項 2 において、

前記膜パターンは、前記液滴に対する濡れ性が前記基体よりも低く、

前記 (a) において、前記基体のうち前記膜パターンを除く領域に対して前記液滴を吐出して、前記光導波路前駆体を形成する、光導波路の製造方法。

【請求項 5】

(a) 基体に凸部を形成し、

(b) 前記凸部の上面に対して液滴を吐出して、光導波路部の前駆体を形成し、

(c) 前記前駆体を硬化させて、光導波路部を形成すること、を含む、光導波路の製造方法。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記 (a) において、前記基体上に土台部材を設置することにより、該基体に凸部を形成する、光導波路の製造方法。

【請求項 7】

請求項 5 において、

前記 (a) において、前記基体に溝を形成することにより、該基体に凸部を形成する、光導波路の製造方法。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれかにおいて、

前記前駆体の硬化は、エネルギーの付加により行なわれる、光導波路の製造方法。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれかにおいて、

前記液滴は、エネルギーを付与することによって硬化可能な性質を有する、光導波路の製造方法。

【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれかにおいて、

前記液滴の吐出は、インクジェット法により行なわれる、光導波路の製造方法。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 のいずれかにおいて、

さらに、(d) 前記光導波路部よりも屈折率が小さい層で、該光導波路部を被覆すること、を含む、光導波路の製造方法。

【請求項 12】

請求項 1 ないし 11 のいずれかにおいて、

さらに、(e) 前記光導波路部を、前記基体上から取り外すこと、を含む、光導波路の製造方法。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

請求項 5 ないし 12 のいずれかにおいて、
さらに、(f) 前記液滴を吐出する前に、前記液滴に対する前記凸部の上面の濡れ性を調整すること、を含む、光導波路の製造方法。

【請求項 14】

- (a) 基体に第 1 の凸部を形成し、
- (b) 前記第 1 の凸部と平行に、第 2 の凸部を前記基体に形成し、
- (c) 第 1 の液滴を前記第 1 の凸部の上面に対して吐出して、光導波路部の前駆体を形成し、
- (d) 前記光導波路部の前駆体を硬化させて、光導波路部を形成し、
- (e) 前記第 2 の凸部の上面上に形成され、かつ、前記光導波路部を覆う被覆層前駆体を形成し、
- (f) 前記被覆層前駆体を硬化させて、前記光導波路部よりも屈折率が小さい被覆層を形成すること、を含む、光導波路の製造方法。

10

【請求項 15】

請求項 14 において、
前記 (e) において、前記被覆層前駆体は、第 2 の液滴を、前記光導波路部および前記第 2 の凸部の上面に対して吐出することにより形成される、光導波路の製造方法。

【請求項 16】

請求項 14 または 15 において、
前記 (b) において、前記第 2 の凸部を 2 つ形成し、かつ、前記 2 つの第 2 の凸部の間に前記第 1 の凸部が配置されるようにする、光導波路の製造方法。

20

【請求項 17】

請求項 14 ないし 16 のいずれかにおいて、
前記第 1 および第 2 の液滴は、エネルギーを付与することによって硬化可能な性質を有する、光導波路の製造方法。

【請求項 18】

請求項 14 ないし 17 のいずれかにおいて、
前記被覆層前駆体の硬化は、エネルギーの付加により行なわれる、光導波路の製造方法。

【請求項 19】

請求項 14 ないし 18 のいずれかにおいて、
前記第 1 および第 2 の液滴は、エネルギーを付与することによって硬化可能な性質を有する、光導波路の製造方法。

30

【請求項 20】

請求項 14 ないし 19 のいずれかにおいて、
前記第 1 および前記第 2 の液滴の吐出は、インクジェット法により行なわれる、光導波路の製造方法。

【請求項 21】

基体に設けられた凸部と、
前記凸部上に設けられた光導波路部と、を含む、光導波路。

40

【請求項 22】

請求項 21 において、
前記光導波路部は、エネルギーを付与することによって硬化可能な材料を硬化させて形成された、光導波路。

【請求項 23】

請求項 22 において、
前記光導波路部は、紫外線硬化型樹脂または熱硬化型樹脂からなる、光導波路。

【請求項 24】

請求項 21 ないし 23 のいずれかにおいて、
前記光導波路部の端面が曲面である、光導波路。

50

【請求項 25】

請求項 21 ないし 24 のいずれかにおいて、

前記光導波路部は、該光導波路部よりも屈折率が小さい層で被覆されている、光導波路。

【請求項 26】

請求項 25 において、

前記光導波路部は、前記層で埋め込まれている、光導波路。

【請求項 27】

請求項 21 ないし 26 のいずれかにおいて、

前記凸部は、前記光導波路部よりも屈折率が小さい、光導波路。

【請求項 28】

請求項 21 ないし 27 のいずれかにおいて、

前記光導波路部の周囲には、被覆層が形成され、

前記凸部の屈折率と前記被覆層の屈折率とがほぼ等しい、光導波路。

【請求項 29】

請求項 21 ないし 28 のいずれかにおいて、

前記凸部は、前記基体上に形成された土台部材である、光導波路。

【請求項 30】

請求項 21 ないし 28 のいずれかにおいて、

前記凸部は、前記基体と一体化して形成されている、光導波路。

【請求項 31】

請求項 21 ないし 30 のいずれかにおいて、

前記光導波路部の断面は、切断円状または切断楕円状である、光導波路。

【請求項 32】

請求項 21 ないし 31 のいずれかにおいて、

前記光導波路部の断面は、円または楕円である、光導波路。

【請求項 33】

請求項 21 ないし 32 のいずれかにおいて、

前記光導波路部は、1 つ以上の曲部を有する、光導波路。

【請求項 34】

請求項 21 ないし 33 のいずれかにおいて、

前記光導波路部は、1 つ以上の分岐を有する、光導波路。

【請求項 35】

請求項 21 ないし 34 のいずれかにおいて、

前記凸部の上面は、曲面である、光導波路。

【請求項 36】

請求項 21 ないし 35 のいずれかにおいて、

前記凸部の上面と、前記凸部の側部において該上面に接する面とのなす角が鋭角である、光導波路。

【請求項 37】

請求項 21 ないし 36 のいずれかにおいて、

前記凸部の上部は、逆テーパ状に形成されている、光導波路。

【請求項 38】

請求項 21 ないし 37 のいずれかにおいて、

前記光導波路部よりも屈折率が小さい層で埋め込まれている、光導波路。

【請求項 39】

基体に設けられた第 1 の凸部と、

前記第 1 の凸部の上面上に設けられた光導波路部と、

前記第 1 の凸部と平行に配置された第 2 の凸部と、

前記光導波路部を覆い、かつ、その一部が前記第 2 の凸部の上面上に設けられた被覆層と

10

20

30

40

50

を含む、光導波路。

【請求項 4 0】

請求項 3 9 において、

前記第 2 の凸部を 2 つ含み、

前記第 1 の凸部は、前記 2 つの第 2 の凸部の間に配置されている、光導波路。

【請求項 4 1】

請求項 2 1 ないし 4 0 のいずれかに記載の光導波路と、I C と、光素子と、を含む、回路基板。

【請求項 4 2】

請求項 2 1 ないし 4 1 のいずれかに記載の光導波路と、光素子と、を含む、光モジュール 10

【請求項 4 3】

請求項 4 2 に記載の光モジュールを含む、光伝達装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、設置位置、形状および大きさが良好に制御された光導波路およびその製造方法に関する。

【0 0 0 2】

また、本発明は、前記光導波路を用いた回路基板、光モジュール、光伝達装置に関する。 20

【0 0 0 3】

【背景技術】

光導波路は、近赤外光や可視光を伝送するために用いられている。この光導波路は、例えば、光信号の伝送、エネルギー伝送、光センサ、光ファイバスコープ等、様々な用途がある。

【0 0 0 4】

光導波路の製造方法としては、例えば、以下に示す方法がある。（特許文献 1 参照）。

【0 0 0 5】

【特許文献 1】

特開平 9 - 2 4 3 8 5 8 号公報 30

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、設置位置、形状および大きさが良好に制御された光導波路およびその製造方法を提供することにある。

【0 0 0 7】

また、本発明の目的は、前記光導波路を含む回路基板、光モジュール、および光伝達装置を提供することにある。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】

1. 第 1 の光導波路の製造方法 40

本発明の第 1 の光導波路の製造方法は、

(a) 基体の表面に対して液滴を吐出して、光導波路前駆体を形成し、

(b) 前記光導波路前駆体を硬化させて、光導波路を形成すること、を含む。

【0 0 0 9】

本発明の第 1 の光導波路の製造方法によれば、前記基体の表面に対して前記液滴を吐出して、前記前駆体を形成した後、該前駆体を硬化させて前記光導波路を形成する。ここで、前記液滴の吐出量を調整することにより、所定の形状および大きさを有する前記光導波路を形成することができる。また、前記液滴を所望の位置に吐出することにより、所定の位置に前記光導波路を形成することができる。

【0 0 1 0】

この場合、さらに、(c) 前記液滴を吐出する前に、前記基体とは異なる濡れ性を有する膜パターンを該基体上に形成すること、を含むことができる。これにより、前記液滴に対する前記基体表面の濡れ性を制御することによって、前記光導波路の設置位置を制御することができる。

【0011】

また、この場合、前記膜パターンは、前記液滴に対する濡れ性が前記基体よりも高く、前記(a)において、前記膜パターンに対して前記液滴を吐出して、前記光導波路前駆体を形成することができる。

【0012】

あるいは、この場合、前記膜パターンは、前記液滴に対する濡れ性が前記基体よりも低く、前記(a)において、前記基体のうち前記膜パターンを除く領域に対して前記液滴を吐出して、前記光導波路前駆体を形成することができる。

10

2. 第2の光導波路の製造方法

本発明の第2の光導波路の製造方法は、

(a) 基体に凸部を形成し、

(b) 前記凸部の上面に対して液滴を吐出して、光導波路部の前駆体を形成し、

(c) 前記前駆体を硬化させて、光導波路部を形成すること、を含む。

【0013】

ここで、「基体」とは、前記凸部を設置できる面を有する物をいう。前記面は、前記凸部を設置できる限り、平面であってもよいし曲面であってもよい。したがって、このような面を有していれば、前記基体自体の形状は特に限定されない。また、前記凸部は基体と一体化して設置されていてもよい。

20

【0014】

また、「凸部」とは、前記光導波路部を設置できる上面を有する部材をいい、「凸部の上面」とは、前記光導波路部が設置される面をいう。前記凸部の上面の形状は特に限定されるわけではなく、前記光導波路部を設置できる限り、平面であってもよいし曲面であってもよい。

【0015】

本発明の第2の光導波路の製造方法によれば、前記(a)において、前記凸部の上面の形状、大きさおよび設置位置等を調整し、前記(b)において、前記液滴の吐出量を調整すること等によって、設置位置、形状および大きさが良好に制御された光導波路部を形成することができる。詳しくは、本実施の形態の欄で説明する。

30

【0016】

この場合、前記(a)において、前記基体上に土台部材を設置することにより、該基体に凸部を形成することができる。

【0017】

あるいは、この場合、前記(a)において、前記基体に溝を形成することにより、該基体に凸部を形成することができる。

【0018】

また、この場合、さらに、(f) 前記液滴を吐出する前に、前記液滴に対する前記凸部の上面の濡れ性を調整すること、を含むことができる。これにより、所望の形状および大きさを有する光導波路部を形成することができる。ここで、例えば、前記凸部の上面に、前記液滴に対して親液性または撥液性を有する膜を形成することにより、前記液滴に対する前記凸部の上面の濡れ性を制御することができる。

40

3. 本発明の第1および第2の光導波路の製造方法は、以下の態様(1)～(6)をとることができる。

【0019】

(1) 前記前駆体の硬化を、エネルギーの付加により行なうことができる。

【0020】

(2) 前記液滴は、エネルギーを付与することによって硬化可能な性質を有することがで

50

きる。

【0021】

(3) 前記液滴の吐出は、インクジェット法により行なうことができる。この方法によれば、前記液滴の吐出量の微妙な調整が可能であるため、微細な光導波路部（または光導波路）を、前記凸部の上面上（または基体上）に簡便に設置することができる。

【0022】

(4) さらに、(d) 前記光導波路部よりも屈折率が小さい層で、該光導波路部を被覆すること、を含むことができる。この工程によれば、前記光導波路部からの光の漏れを低減できる。これにより、前記光導波路部内を伝搬する光の伝搬効率を高めることができる。

【0023】

(5) 前記光導波路部の周囲には、被覆層が形成され、前記凸部の屈折率と前記被覆層の屈折率とをほぼ等しく形成することができる。これにより、光ファイバの構造と同様に、前記光導波路部の周囲をすべて、ほぼ同一の屈折率を有する材質で覆うことができる。

【0024】

(6) さらに、(e) 前記光導波路部を、前記基体上から取り外すこと、を含むことができる。この工程によれば、前記光導波路部を単独の光導波路として用いることができる。

4. 第3の光導波路の製造方法

本発明の第3の光導波路の製造方法は、

(a) 基体に第1の凸部を形成し、

(b) 前記第1の凸部と平行に、第2の凸部を前記基体に形成し、

(c) 第1の液滴を前記第1の凸部の上面に対して吐出して、光導波路部の前駆体を形成し、

(d) 前記光導波路部の前駆体を硬化させて、光導波路部を形成し、

(e) 前記第2の凸部の上面上に形成され、かつ、前記光導波路部を覆う被覆層前駆体を形成し、

(f) 前記被覆層前駆体を硬化させて、前記光導波路部よりも屈折率が小さい被覆層を形成すること、を含む。

【0025】

ここで、「基体」、「凸部」、「凸部の上面」の意義は、第2の光導波路の製造方法の欄で説明した通りである。また、「凸部」および「凸部の上面」の意義は、第1の凸部および第2の凸部においても同様である。

【0026】

本発明の第3の光導波路の製造方法によれば、第1および第2の光導波路の製造方法と同様の作用効果を有する。加えて、前記光導波路部を覆う前記被覆層前駆体を前記第2の凸部の上面上に形成して、該被覆層前駆体を硬化させて、前記光導波路部よりも屈折率が小さい被覆層を形成することにより、前記光導波路部からの光の漏れを低減できる。これにより、光の伝搬効率がより優れた光導波路を得ることができる。また、断面がより円形に近い光導波路を得ることができる。

【0027】

本発明の第3の光導波路の製造方法は、以下の態様(1)～(6)をとることができる。

【0028】

(1) 前記(e)において、前記被覆層前駆体は、第2の液滴を、前記光導波路部および前記第2の凸部の上面に対して吐出することにより形成できる。

【0029】

(2) 前記(b)において、前記第2の凸部を2つ形成し、かつ、前記2つの第2の凸部の間に前記第1の凸部が配置されるようにすることができる。前記被覆層前駆体を形成するために、前記液滴を吐出する工程において、前記2つの第2の凸部が前記第1の凸部を挟むように設置されていることにより、前記第2の凸部の上面上および前記第2の凸部より内側に、前記被覆層を形成することができる。すなわち、前記第2の凸部を所定の位置に設置することにより、前記被覆層の設置位置、形状および大きさを制御することができ

10

20

30

40

50

る。

【0030】

(3) 前記第1および第2の液滴は、エネルギーを付与することによって硬化可能な性質を有することができる。

【0031】

(4) 前記被覆層前駆体の硬化は、エネルギーの付加により行なうことができる。

【0032】

(5) 前記第1および第2の液滴は、エネルギーを付与することによって硬化可能な性質を有することができる。

【0033】

(6) 前記第1および前記第2の液滴の吐出を、インクジェット法により行なうことができる。

10

5. 第1の光導波路

本発明の第1の光導波路は、

基体に設けられた凸部と、

前記凸部上に設けられた光導波路部と、を含む。

【0034】

ここで、「基体」、「凸部」、「凸部の上面」の意義は、第2の光導波路の製造方法の欄で説明した通りである。

【0035】

本発明の第1の光導波路によれば、上記構成を有することにより、前記凸部の上面の形状や高さ等を制御することによって、設置位置、形状および大きさが良好に制御された光導波路部を含む光導波路を得ることができる。詳しくは、本実施の形態の欄で説明する。

20

【0036】

本発明の第1の光導波路は、以下の態様(1)～(14)をとることができる。

【0037】

(1) 前記光導波路部は、エネルギーを付与することによって硬化可能な材料を硬化させて形成できる。

【0038】

(2) 前記光導波路部は、紫外線硬化型樹脂または熱硬化型樹脂からなることができる。

30

【0039】

(3) 前記光導波路部の端面が曲面であることができる。

【0040】

(4) 前記光導波路部は、該光導波路部よりも屈折率が小さい層で被覆できる。

【0041】

この場合、前記光導波路部を、前記層で埋め込むことができる。

【0042】

(5) 前記凸部を、前記光導波路部よりも屈折率を小さくすることができる。

【0043】

(6) 前記凸部は、前記基体上に形成された土台部材であることができる。

40

【0044】

(7) 前記凸部は、前記基体と一体化して形成できる。

【0045】

(8) 前記光導波路部の断面は、切断円状または切断楕円状であることができる。ここで、「切断円状」とは、円を直線で切断して得られる形状をいい、該円は完全な円のみならず、円に近似する形状をも含む。また、「切断楕円状」とは、楕円を直線で切断して得られる形状をいい、該楕円は完全な楕円のみならず、楕円に近似する形状をも含む。

【0046】

(9) 前記光導波路部の断面は、円または楕円であることができる。

【0047】

50

(10) 前記光導波路部は、1つ以上の曲部を有することができる。

【0048】

(11) 前記光導波路部は、1つ以上の分岐を有することができる。

【0049】

(12) 前記凸部の上面は、曲面であることができる。

【0050】

(13) 前記凸部の上面と、前記凸部の側部において該上面に接する面とのなす角が鋭角であることができる。この構成によれば、液滴を吐出して光導波路部の前駆体を形成した後硬化させて前記光導波路部を形成する場合、前記凸部の側面が前記液滴で濡れるのを防止することができる。この結果、所望の形状および大きさを有する光導波路部を確実に形成することができる。

10

【0051】

(14) 前記凸部の上部を、逆テーパ状に形成できる。ここで、「前記凸部の上部」とは、前記凸部のうち前記上面近傍の領域をいう。この構成によれば、液滴を吐出して光導波路部の前駆体を形成した後硬化させて前記光導波路部を形成する場合、前記凸部の安定性を保持しつつ、前記凸部の上面と側面とのなす角をより小さくすることができる。これにより、前記凸部の側面が前記液滴で濡れるのを確実に防止することができる。この結果、所望の形状および大きさを有する光導波路部をより確実に形成することができる。

【0052】

(15) 前記光導波路を、前記光導波路部よりも屈折率が小さい層で埋め込むことができる。これにより、前記光導波路部を前記凸部の上面上に確実に固定することができる。

20

6. 第2の光導波路

本発明の第2の光導波路は、

前記第1の凸部の上面上に設けられた光導波路部と、

前記第1の凸部と平行に配置された第2の凸部と、

前記光導波路部を覆い、かつ、その一部が前記第2の凸部の上面上に設けられた被覆層と、を含む。

【0053】

ここで、「基体」、「凸部」、「凸部の上面」の意義は、第2の光導波路の製造方法の欄で説明した通りである。また、「凸部」および「凸部の上面」の意義は、第1の凸部および第2の凸部においても同様である。

30

【0054】

本発明の第2の光導波路によれば、前記第1の光導波路と同様の作用効果を有する。加えて、光導波路部の断面をより円形に近い形状に形成することができる。これにより、光の伝搬効率がより優れた光導波路を得ることができる。

【0055】

この場合、前記第2の凸部を2つ含み、前記第1の凸部は、前記2つの第2の凸部の間に配置することができる。この構成によれば、前記第2の凸部が所定の位置に設置することにより、設置位置、形状および大きさが制御された前記被覆層を有する光導波路を得ることができる。

40

7. 回路基板、光モジュール、光伝達装置

本発明の回路基板は、前記光導波路と、ICと、光素子とを含む。

【0056】

また、本発明の光モジュールは、前記光導波路と、光素子とを含む。さらに、本発明の光伝達装置は、前記本発明の光モジュールを含む。

【0057】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0058】

【第1の実施の形態】

50

1. 光導波路の製造方法

図1～図3はそれぞれ、本発明を適用した第1の実施の形態に係る光導波路114（図3参照）の製造方法の各工程を模式的に示す断面図である。図4は、図3に示す光導波路114を模式的に示す平面図である。また、図5は、図3に示す光導波路114の製造工程の一追加工程である。

【0059】

（1）まず、基体10上に液滴114bを吐出して、光導波路の前駆体114aを形成する（図1および図2参照）。具体的には、基体10の所定の領域に、液滴吐出口17から液滴114bを吐出する。この工程によれば、所望の位置に、所望の形状および大きさを有する光導波路の前駆体114aを形成することができる。なお、基体10としては、例えばシリコン基板やGaAs基板等の半導体基板や、ガラス基板等が挙げられるが、液滴114bを着弾できる面を有するものであれば特に限定されない。

10

【0060】

液滴114bは、例えば熱または光等のエネルギーを付加することによって硬化可能な液体材料からなる。前記液体材料としては、例えば、紫外線硬化型樹脂や熱硬化型樹脂の前駆体が挙げられる。紫外線硬化型樹脂としては、例えば紫外線硬化型のアクリル系樹脂およびエポキシ系樹脂が挙げられる。また、熱硬化型樹脂としては、熱硬化型のポリイミド系樹脂が例示できる。

【0061】

また、液滴114bの吐出方法としては、例えば、ディスペンサ法またはインクジェット法が挙げられる。ディスペンサ法は、液滴を吐出する方法として一般的な方法であり、比較的広い領域に液体材料を吐出する場合に有効である。また、インクジェット法は、インクジェットヘッドを用いて液滴を吐出する方法であり、液滴を吐出する位置についてμmオーダーの単位で制御が可能である。また、吐出する液滴の量を、ピコリットルオーダーの単位で制御することができるため、微細な構造の光導波路114（図3参照）を作製することができる。

20

【0062】

（2）次いで、光導波路の前駆体114aを硬化させて、光導波路114を形成する（図2参照）。具体的には、光導波路の前駆体114aに対して、熱または光等のエネルギーを付与する。光導波路の前駆体114aを硬化する際は、液滴114bの種類により適切な方法を用いる。具体的には、例えば、熱エネルギーの付加、あるいは紫外線またはレーザー光等の光照射が挙げられる。以上の工程により、図3および図4に示すように、光導波路114が得られる。光導波路114は、所定波長の光を伝搬できる材質からなる。

30

【0063】

なお、この工程において、液滴114bを基体10上に着弾させた後順次硬化させることもできる。すなわち、光導波路の前駆体114a全体を形成した後一括して硬化させてもよいし、液滴114bが基体10上に着弾した部分から順次硬化させることもできる。

【0064】

また、前記工程（1）において、液滴114bを吐出する前に、必要に応じて、基体10の所定の領域に、基体10と異なる濡れ性を有する膜パターンを形成することができる。すなわち、基体10の所定の領域に対して、親液性処理または撥液性処理を行なうことができる。これにより、液滴114bに対する基体10表面の濡れ性を制御することによって、光導波路114の設置位置を制御することができる。

40

【0065】

例えば、図5に示すように、光導波路114を形成する予定の領域以外の領域に、液滴114bに対して撥液性を有する膜パターン180を形成する。この後、図1に示すように、液滴114bを基体10上に吐出すると、液滴114bは膜パターン180に対して撥液性を有することから、液滴114bに対する親液性が膜パターン180よりも高い領域180bに液滴114bが設置される。すなわち、液滴114bは基体10に対する濡れ性よりも膜パターン180に対する濡れ性のほうが低い場合、液滴114bはより濡れ性

50

が高い領域 180b 上に設置される。その後、前記硬化工程を経ることにより、所望の位置に形成された光導波路 114 を得ることができる。以上に示したように、膜パターン 180 を基体 10 上に形成することによって、光導波路 114 の形成位置を制御することができる。

【0066】

あるいは、図示しないが、液滴 114b に対して基体 10 の表面の濡れ性が低い場合、光導波路 114 を形成する予定の領域に、液滴 114b に対して親液性を有する膜パターンを形成する。この後、図 1 に示すように、液滴 114b を基体 10 上に吐出すると、液滴 114b は前記膜パターンに対して濡れ性が高いため、膜パターンの形成領域に液滴 114b が設置される。その後、前記硬化工程を経ることにより、所望の位置に形成された光導波路 114 を得ることができる。この場合においても、前記膜パターンを基体 10 上に形成することによって、光導波路 114 の形成位置を制御することができる。

10

【0067】

上記製造方法によって得られた光導波路 114 は、図 3 および図 4 に示すように、基体 10 上に設けられている。

【0068】

本実施の形態に係る光導波路の製造方法によれば、液滴 114b を基体 10 上に吐出して、光導波路の前駆体 114a を形成した後、この前駆体 114a を硬化させて光導波路 114 を形成する。ここで、液滴 114b の吐出量を調整することにより、所定の形状および大きさを有する光導波路 114 を形成することができる。また、液滴 114b を所望の位置に吐出することにより、所定の位置に光導波路 114 を形成することができる。

20

【0069】

〔第 2 の実施の形態〕

1. 光導波路の構造

図 6 は、本発明を適用した第 2 の実施の形態に係る光導波路 100 を模式的に示す断面図である。図 7 は、本発明を適用した第 2 の実施の形態に係る光導波路 100 を模式的に示す平面図である。図 8 は、図 7 は、本発明を適用した第 2 の実施の形態に係る光導波路 100 を模式的に示す側面図である。なお、図 6 は、図 7 の A-A における切断面を示している。

【0070】

また、図 9～図 13 は、本実施の形態の光導波路の一変形例を示す図である。具体的には、図 9 は、本実施の形態の光導波路の一変形例を模式的に示す平面図であり、図 10 は、図 9 に示す光導波路 101 を模式的に示す斜視図である。図 11 は、本実施の形態の光導波路の別の一変形例を模式的に示す平面図であり、図 12 は、図 11 に示す光導波路 102 を模式的に示す斜視図である。また、図 13 は、本実施の形態の光導波路の別の一変形例を模式的に示す断面図である。なお、各変形例において、本実施の形態の光導波路 100 と同じ構成を有する部分には同じ符号を付して、詳しい説明は省略するものとする。

30

【0071】

本実施の形態の光導波路 100 は、基体 10 に設けられた凸部（土台部材）12 と、凸部 12 の上面 12a 上に設けられた光導波路部 14 とを含む。本実施の形態においては、光導波路部 14 は、第 1 の実施の形態の光導波路 114 と同じ材質からなる場合について説明する。このため、光導波路部 14 の材質についての説明は省略する。以下、主に図 6～図 8 を参照して、本実施の形態の光導波路 100 の各構成要素について説明する。

40

【0072】

〔凸部〕

（A）材質

凸部 12 の材質は特に限定されるわけではないが、光導波路部 14 よりも屈折率が小さいことが望ましい。この構成によれば、光導波路部 14 内で光を効率良く伝播させることができる。

【0073】

50

凸部 12 は樹脂からなることができる。この場合、凸部 12 は、例えば、ポリイミド系樹脂、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、あるいはフッ素系樹脂からなることができる。本実施の形態の光導波路 100 においては、凸部 12 がポリイミド系樹脂からなる場合について説明する。

【0074】

なお、凸部は、基体 10 上に設置された土台部材であってもよいし、あるいは、基体 10 に溝を形成することにより、凸部を形成することもできる。本実施の形態の光導波路 100 においては、凸部 12 が、基体 10 上に設けられた土台部材からなる場合について示す。

【0075】

あるいは、図 13 に示す変形例（光導波路 103）のように、凸部 52 が基体 10 と一体化して形成されたものであってもよい。すなわち、この場合、凸部 52 は基体 10 と同一の材質からなる。このような凸部 52 は、例えば、基体 10 をパターンニングして溝を形成することにより形成される。なお、後述する実施形態の光導波路を構成する凸部も、基体 10 と一体化して形成されるものであってもよい。

【0076】

（B）立体形状

凸部の立体形状は特に限定されるわけではないが、少なくともその上面上に光導波路を設置することができる構造であることが必要とされる。例えば図 1 に示すように、光導波路 100 の凸部 12 の上面 12a 上に光導波路部 14 を設置することができる。凸部の立体形状については、後述する第 2 の実施形態にて詳しく説明する。

【0077】

（C）上面の形状

凸部の上面の形状は、凸部の上面上に形成される光導波路の機能や用途によって定められる。すなわち、本実施の形態の光導波路は、凸部の上面上に液滴を吐出して光導波路部前駆体を形成し、この前駆体を硬化させて光導波路部を形成するため、凸部の上面の形状を制御することによって、光導波路の形状を制御することができる。

【0078】

例えば、光導波路 100（図 6～図 8 参照）では、凸部 12 の上面 12a の形状は矩形である。これにより、光導波路部 14 は直線状である。また、図 9 および図 10 に示す光導波路 101 は、凸部 82 の上面 82a（図 10 参照）が曲部 82b を有する。これにより、光導波路部 84 は曲部を有する。あるいは、図 11 および図 12 に示す光導波路 102 は、凸部 92 の上面 92a（図 12 参照）が分岐 92b を有する。これにより、光導波路部 94 は分岐を有する。図 10 および図 11 に示すように、本実施の形態の光導波路によれば、曲部や分岐を有する場合でも、光導波路部の断面を円形に近い形状に形成することができる。これにより、曲部や分岐を有する光導波路においても、光の伝搬効率を高めることができる。なお、曲部や分岐の数および形状は特に限定されるわけではなく、凸部の上面の形状を適宜設定することにより、曲部や分岐の数および形状を適宜設定することが可能である。

【0079】

また、後述する実施形態における光導波路についても、前述した変形例と同様に、凸部の上面を、曲部や分岐を有する形状にすることにより、曲部や分岐を有する光導波路部にすることができる。

【0080】

〔光導波路部〕

（A）立体形状

光導波路部は、その用途および機能に応じた立体形状を有する。本実施の形態の光導波路部 14 は、図 6 に示すように、その断面が切断円状である。この場合、光導波路部 14 を形成するために用いる液滴の量を調整することによって、光導波路部 14 の断面形状を切断楕円状にすることもできる。光導波路部の立体形状については、〔凸部〕の欄で併せて

10

20

30

40

50

説明したので、詳しい説明は省略する。

【0081】

(B) 材質

光導波路部14は、所定波長の光を伝搬させることができる材質からなることができる。また、光導波路部14は、第1の実施の形態の光導波路114と同様に、例えば熱または光等のエネルギーを付加することによって硬化可能な液体材料を硬化させることにより形成される。具体的には、本実施の形態において光導波路部14は、凸部12の上面12aに対して、前記液体材料からなる液滴14bを吐出して、光導波路部の前駆体14aを形成した後、この前駆体14aを硬化させることにより形成される。詳しくは後述する。

2. 光導波路の製造方法

次に、図6～図8に示す光導波路100の製造方法について、図14(a)～図14(e)、ならびに図15(a)および図15(b)を参照して説明する。図14(a)～図14(e)、ならびに図15(a)および図15(b)はそれぞれ、図6～図8に示す光導波路100の一製造工程を模式的に示す断面図である。

【0082】

(1) 凸部12の形成

まず、基体10に凸部12を形成する(図14(a)～図14(e)参照)。凸部12の形状が決定されることによって、後の工程にて形成される光導波路部14の形状が決定される。すなわち、所望の光導波路部14の形状に応じて凸部12の形状を決定する。また、凸部12の形成は、凸部12の材質や形状ならびに大きさに応じて適切な方法(例えば選択成長法、ドライエッチング法、ウエットエッチング法、リフトオフ法、転写法等)を選択することができる。また、前述したように、本実施の形態においては、凸部12がポリイミド樹脂からなる場合について説明する。

【0083】

まず、ガラス基板からなる基体10上に、ポリイミド前駆体を塗布した後、約150℃で熱処理を行なう(図14(a)参照)。これにより、樹脂層12xを形成する。ここで、樹脂層12xは、形状を保持できる状態であるものの、完全に硬化していない状態である。

【0084】

次に、樹脂層12x上にレジスト層R1を形成した後、所定のパターンのマスク130を用いてフォトリソグラフィ工程を行なう(図14(b)参照)。これにより、所定のパターンのレジスト層R1が形成される(図14(c)参照)。

【0085】

次いで、レジスト層R1をマスクとして、例えばアルカリ系溶液を用いたウエットエッチングによって、樹脂層12xをパターンニングする。これにより、凸部(土台部材)12が形成される(図14(d)参照)。その後、レジスト層R1を除去した後、約350℃で熱処理を行なうことにより、凸部12を完全に硬化させる(図14(e)参照)。

【0086】

(2) 光導波路部14の形成

次いで、光導波路部14を形成する(図15(a)および図15(b)参照)。まず、図15(a)に示すように、凸部12の上面12aに対して、光導波路部14を形成するための液滴14bを吐出して、光導波路部の前駆体14aを形成する。前述したように、液滴14bを構成する液体材料は、エネルギーを付加することによって硬化可能な性質を有する。

【0087】

液滴14bを吐出する方法としては、前述の第1の実施形態において、液滴114bを吐出する方法と同様の方法を用いることができる。なお、液滴14bを吐出する前に、必要に応じて、凸部12の上面12aに親液性処理または撥液性処理を行なうことにより、液滴14bに対する上面12aの濡れ性を制御することができる。これにより、所定の形状および大きさを有する光導波路部14を形成することができる。

10

20

30

40

50

【0088】

次いで、図15(a)に示すように、光導波路部の前駆体14aを硬化させて、光導波路部14を形成する。具体的には、光導波路部の前駆体14aに対して、熱または光等のエネルギー15を付与する。光導波路部の前駆体14aを硬化する際は、前記液体材料の種類により適切な方法を用いる。具体的には、エネルギー15の付与としては、例えば、熱エネルギーの付加、あるいは紫外線またはレーザ光等の照射が挙げられる。ここで、エネルギー15の量は、光導波路部の前駆体14aの形状、大きさおよび材質によって適宜調整する。以上の工程により、光導波路部14を含む光導波路100が得られる(図6～図8参照)。

【0089】

なお、得られた光導波路100から光導波路部14を取り外することができる。取り外された光導波路部14は、他の装置に設置することができる。図16および図17はそれぞれ、光導波路部14を凸部12から取り外す方法の一例を模式的に示す断面図である。

【0090】

例えば、図16に示すように、光導波路100のうち凸部12と光導波路部14との接合部に対して、ガス(例えばアルゴンガスまたは窒素ガス等の不活性ガス)16を吹きかけることにより、光導波路部14を取り外すことができる。

【0091】

あるいは、図17に示すように、光導波路部14上に粘着テープ150を貼り付けた後剥がすことにより、光導波路部14を凸部12の上面12aから取り外すことができる。なお、この場合において、凸部12の上面12aにあらかじめ撥液処理を施しておくこと、光導波路部14の取り外しが容易となる。

3. 作用効果

本実施の形態の光導波路100およびその製造方法によれば、第1の実施の形態の光導波路114およびその製造方法と同様の作用効果を有する。加えて、本実施の形態の光導波路100およびその製造方法は、以下に示す作用効果を有する。

【0092】

(1) 第1に、光導波路部14の大きさおよび形状を厳密に制御することができる。すなわち、光導波路部14の形状は液滴14bの吐出量によって制御することができる。これにより、所望の形状および大きさを有する光導波路部14を含む光導波路100を得ることができる。

【0093】

上記作用効果について、図面を参照して詳述する。図33は、前述した本実施の形態に係る光導波路100の製造工程において、凸部12と光導波路部の前駆体14aとの接合部分の近傍を模式的に示す断面図であり、具体的には、図15(b)における断面の拡大図である。

【0094】

図33は、光導波路部14を形成するための液体材料が、基体10上に吐出された状態を示している。すなわち、図33は、光導波路部の前駆体14aを硬化させる前の状態、言い換えれば、前記液体材料からなる光導波路部の前駆体14aが基体10上に設置されている状態を示している。

【0095】

図33において、 γ_L は液体材料(光導波路部の前駆体14a)の表面張力であり、 γ_{SL} は基体10と前記液体材料との界面張力である。本実施の形態に係る光導波路の製造方法によれば、図33に示すように、光導波路部の前駆体14aは凸部12の上面12a上に形成される。これにより、凸部12の側面12bが光導波路部の前駆体14aで濡れない限り、光導波路部の前駆体14aには凸部12の表面張力は作用せず、光導波路部の前駆体14aの表面張力 γ_L が主に作用する。このため、光導波路部の前駆体14aを形成するために吐出する液滴の量を調整することによって、光導波路部の前駆体14aの形状を制御することができる。これにより、所望の形状および大きさを有する光導波路部14

10

20

30

40

50

を得ることができる。また、本実施の形態の光導波路 100 の製造方法によれば、図 6 に示すように、円形に近い形状の断面を有する光導波路部 14 を得ることができる。これにより、光の伝搬効率に優れた光導波路を得ることができる。

【0096】

(2) 第2に、光導波路部 14 の設置位置を厳密に制御することができる。前述したように、光導波路部 14 は、凸部 12 の上面 12a に対して液滴 14b を吐出して、光導波路部の前駆体 14a を形成した後、光導波路部の前駆体 14a を硬化させることにより形成される(図 15 (b) 参照)。一般に、吐出された液滴の着弾位置を厳密に制御するのは難しい場合が多い。しかしながら、この方法によれば、特に位置合わせを行なうことなく凸部 12 の上面 12a 上に光導波路部 14 を形成することができる。すなわち、凸部 12 の上面 12a に対して単に液滴 14b を吐出することによって、位置合わせを行なうことなく光導波路部の前駆体 14a を形成することができる。言い換えれば、凸部 12 を形成する際のアライメント精度にて光導波路部の前駆体 14 を形成することができる。これにより、設置位置が制御された光導波路部 14 を簡易に得ることができる。

【0097】

(3) 第3に、凸部 12 の上面 12a の形状を設定することによって、光導波路部 14 の形状を設定することができる。すなわち、凸部 12 の上面 12a の形状を適宜選択することによって、所定の機能を有する光導波路部 14 を形成することができる。例えば、変形例(図 9 ~ 図 12)に示したように、凸部の上面の形状を適宜選択することにより、分岐や曲部を有する光導波路を簡便な方法にて形成することができる。したがって、凸部の上面の形状が異なる複数の凸部を基体上に形成することにより、異なる形状を有する光導波路部を同一の基体上に複数設置することもできる。

【0098】

(4) 第4に、光導波路部 14 は、前述したように、液滴 14b を吐出して前駆体 14a を形成した後この前駆体 14a を硬化させて形成される。このため、図 3 に示すように、光導波路部 14 の端面 14c が曲面である。すなわち、光導波路部 14 の端面 14c が曲面であることにより、この端面 14c が、光導波路部 14 から出射する光を集光するレンズとして機能する。これにより、光導波路部 14 から出射した光を例えば光素子等に結合させる際に、光の結合効率を高めることができる。その結果、光を集光するための光学部材等を用いた複雑な光学系が不要となる。

【0099】

[第3の実施の形態]

1. 光導波路の構造

図 18, 図 20, 図 22, 図 24 はそれぞれ、第3の実施の形態の光導波路の一例を示す断面図である。また、図 19, 図 21, 図 23, 図 25 はそれぞれ、図 18, 図 20, 図 22, 図 24 に示す光導波路を模式的に示す平面図である。なお、図 18, 図 20, 図 22, 図 24 はそれぞれ、図 19, 図 21, 図 23, 図 25 の A-A における切断面を示している。

【0100】

なお、図 18 ~ 図 25 に示す各光導波路において、前述の第2の形態の光導波路 100 と同じ構成を有する部分には同じ符号を付して、詳しい説明は省略するものとする。

【0101】

本実施の形態の光導波路においては、図 18 ~ 図 25 に示すように、凸部の形状が、第2の実施の形態の光導波路 100 (図 6 ~ 図 8 参照) を構成する凸部 12 の形状と異なる。また、本実施の形態においては、基体 10 上に土台部材が設置されており、この土台部材が凸部である場合を示す。

【0102】

また、前述したように、凸部の立体形状は特に限定されるわけではないが、少なくともその上面上に光導波路部を設置することができる構造であることが必要とされる。以下、図 18 ~ 図 25 に示す光導波路(光導波路 104 ~ 107)についてそれぞれ説明する。

【0103】

(A) 図18および図19に示す光導波路104では、凸部22の上面22aと側面22bとのなす角 θ が鋭角である。ここで、凸部22の側面22bとは、凸部22の側部において上面22aに接する面をいう。凸部22においては、凸部22の側部が凸部22の側面22bである。

【0104】

光導波路部14は、第2の実施の形態の光導波路部14と同様の工程にて形成される。すなわち、凸部22の上面22aに対して液滴を吐出して、光導波路部14の前駆体（図示せず）を形成した後、該前駆体を硬化させることにより形成される。ここで、凸部22の上面22aと側面22bとのなす角 θ が鋭角であることにより、凸部22の上面22aに対して液滴を吐出する際に、凸部22の側面22bが液滴で濡れるのを防止することができる。この結果、所望の形状および大きさを有する光導波路部14を確実に形成することができる。

10

【0105】

(B) 図20および図21に示す光導波路105では、凸部32の上部32cが逆テーパ形状である。言い換えれば、凸部32はひさし型形状を有する。この場合においても、凸部32の上面32aと、側面32b（凸部32の側部において上面32aに接する面）とのなす角 θ が鋭角となる。この構成によれば、凸部32の安定性を保持しつつ、凸部32の上面32aと側面32bとのなす角 θ をより小さくすることができる。これにより、凸部32の側面32bが液滴で濡れるのを確実に防止することができる。この結果、所望の形状および大きさを有する光導波路部14をより確実に形成することができる。

20

【0106】

また、凸部32は、第2の実施の形態の光導波路100の凸部12と同様に、ポリイミド系樹脂からなる。

【0107】

(C) 図22および図23に示す光導波路106では、凸部32の断面形状が台形である。

【0108】

(D) 図24および図25に示す光導波路107では、凸部62の上面62aが曲面である。前述の光導波路においてはいずれも、凸部の上面が平面からなる場合を示したが、図24および図25に示す光導波路107では、凸部62の上面62aが曲面である。また、光導波路部34は、光導波路部14と同じ方法にて、かつ同じ材質からなることができる。

30

【0109】

光導波路107によれば、ほぼ円球状の光導波路部34を、凸部62の上面62a上に設置することができる。なお、前述した実施形態の光導波路（図6～図13および図18～図23参照）においても、凸部の上面を曲面にすることができる。また、光導波路107において、凸部62の上面62aの形状および大きさや、光導波路部34を形成するために用いる液滴の量を調整することによって、楕円球状の光導波路部を形成することもできる。この場合、前記光導波路の断面は楕円である。

40

2. 光導波路の製造方法

次に、本実施の形態の光導波路104～107（図18～図25参照）のうち、光導波路105（図20および図21参照）の製造方法について、図26(a)～図26(e)を参照して説明する。図26(a)～図26(e)はそれぞれ、図20および図21に示す光導波路105の一製造工程を模式的に示す断面図である。

【0110】

(1) 凸部32の形成

本実施の形態の光導波路105の製造方法は、凸部32のパターニング工程を除いて、第2の実施の形態の光導波路100の製造方法と同様である。このため、ここでは、凸部32のパターニング工程について主に説明する。

50

【0111】

まず、基体10上に樹脂層32xを形成した後、所定のパターンのレジスト層R1を形成する（図26（a）～図26（c）参照）。ここまでの工程は、前述の第2の実施形態の光導波路100の製造方法（図14（a）～図14（c）参照）と同様である。

【0112】

次に、レジストを変質させない程度の温度（例えば130℃）で熱処理を行なう。この熱処理においては樹脂層32xの上面側から熱を加えることにより、樹脂層32xのうち基体10側部分よりも、樹脂層32xの上面側（レジスト層R1側）部分の硬化の度合いを大きくするのが望ましい。

【0113】

次いで、レジスト層R1をマスクとして、樹脂層32xをウエットエッチングする。この工程において、レジスト層R1の直下部分すなわち樹脂層32xの上部は、他の部分と比較してエッチャントの侵入速度が遅いためエッチングされにくい。また、前記熱処理により、樹脂層32xの上面側部分の硬化の度合いが、基体10側部分の硬化の度合いよりも大きくなっている。これにより、樹脂層32xの上面側部分は、基体10側部分よりもウエットエッチングにおけるエッチングレートが小さい。このため、該ウエットエッチング時において、樹脂層32xの上面側部分は基体10側部分に比較してエッチング速度が遅いため、樹脂層32xの上面側部分は基体10側部分と比較してより多く残存する。これにより、上部32cが逆テーパ状に形成された凸部32を得ることができる（図26（d）参照）。次いで、レジスト層R2を除去する（図26（e）参照）。

【0114】

（B）光導波路部14の形成

次いで、光導波路部14を形成する。光導波路部14を形成する方法は、第2の実施の形態の光導波路部14の形成方法と同様であるため、説明を省略する。以上により、光導波路105が得られる（図20および図21参照）。

3. 作用効果

本実施の形態の光導波路105およびその製造方法によれば、第1および第2の実施の形態の光導波路およびその製造方法と同様の作用効果を有する。加えて、本実施の形態の光導波路およびその製造方法は、光導波路の構造および光導波路の製造方法の欄で述べた作用効果を有する。

【0115】

〔第4の実施の形態〕

1. 光導波路の構造

図27は、第4の実施の形態の光導波路108を模式的に示す断面図である。図28は、図27に示す光導波路108を模式的に示す平面図である。なお、図27は、図28のA-Aにおける切断面を示している。

【0116】

本実施の形態の光導波路108は、図27および図28に示すように、基体10に設けられた凸部（土台部材）12と、凸部12の上面12a上に設けられた光導波路部14と、光導波路部14を覆う被覆層160とを含む。具体的には、図27および図28に示すように、本実施の形態の光導波路108は、第2の実施の形態の光導波路100を、被覆層160で埋め込んで形成されたものである。

【0117】

この被覆層160は、光導波路部14よりも屈折率が小さい。また、凸部12は、光導波路部14よりも屈折率が小さい。すなわち、光導波路部14は、光導波路部14よりも屈折率が小さい層（被覆層160および凸部12）で被覆されている。言い換えれば、この光導波路108においては、光導波路部14がコアとして機能し、凸部12および被覆層160がクラッドとして機能する。なお、被覆層160の材質は特に限定されないが、例えば樹脂を用いることができる。

【0118】

また、この場合、凸部 1 2 および被覆層 1 6 0 を、屈折率がほぼ等しい材質にて形成することができる。これにより、光ファイバの構造と同様に、光導波路部 1 4 の周囲をすべて、ほぼ同一の屈折率を有する材質で覆うことができる。

2. 光導波路の製造方法

本実施の形態の光導波路は、第 2 の実施の形態の光導波路 1 0 0 (図 6 ~ 図 8 参照) に対して、光導波路部 1 4 を被覆層 1 6 0 で埋め込むことにより形成することができる。被覆層 1 6 0 の形成は、被覆層 1 6 0 の材質や膜厚によって適宜選択することができる。例えば、被覆層 1 6 0 が樹脂からなる場合、ディスペンサ法、インクジェット法、スピンコート法、蒸着法、LB 法などが例示できる。

3. 作用効果

本実施の形態の光導波路 1 0 8 およびその製造方法によれば、第 1 および第 2 の実施の形態の光導波路およびその製造方法と同様の作用効果を有する。加えて、本実施の形態の光導波路 1 0 8 およびその製造方法は、以下の作用効果を有する。

【0119】

本実施の形態の光導波路 1 0 8 によれば、光導波路部 1 4 よりも屈折率が小さい層 (被覆層 1 6 0 および凸部 1 2) で光導波路部 1 4 が被覆されていることにより、光導波路部 1 4 からの光の漏れを低減できる。これにより、光導波路部 1 4 内を伝搬する光の伝搬効率をより高めることができる。

【0120】

また、光導波路部 1 4 が被覆層 1 6 0 で埋め込まれていることにより、光導波路部 1 4 を凸部 1 2 の上面 1 2 a 上に強固に固定することができる。

【0121】

なお、本実施の形態の光導波路 1 0 8 は、第 2 の実施の形態の光導波路 1 0 0 に被覆層 1 6 0 を形成した場合について示したが、第 1 および第 3 の実施の形態の光導波路においても同様に、必要に応じて、これらの光導波路に被覆層を形成することができる。

【0122】

【第 5 の実施の形態】

1. 光導波路の構造

図 2 9 は、第 5 の実施の形態の光導波路 1 0 9 を模式的に示す断面図である。図 3 0 は、図 2 9 に示す光導波路 1 0 9 を模式的に示す平面図である。なお、図 2 9 は、図 3 0 の A-A における切断面を示している。

【0123】

本実施の形態の光導波路 1 0 9 は、図 2 9 および図 3 0 に示すように、基体 1 0 に設けられた凸部 (第 1 の凸部) 1 2 と、光導波路部 1 4 と、第 2 の凸部 7 2 と、被覆層 7 4 とを含む。

【0124】

より具体的には、図 2 9 および図 3 0 に示すように、この光導波路 1 0 9 は、第 2 の実施の形態の光導波路 1 0 0 を含む。また、2 つの第 2 の凸部 7 2 は、この光導波路 1 0 0 を挟むように設置されている。さらに、被覆層 7 4 は、この光導波路 1 0 0 を埋め込んでいる。また、この被覆層 7 4 は、その一部が 2 つの第 2 の凸部 7 2 の上面 7 2 a 上に形成されている。

【0125】

第 2 の凸部 7 2 は、第 1 の凸部 1 2 と平行に配置されている。具体的には、図 3 0 に示すように、2 つの第 2 の凸部 7 2 が、第 1 の凸部 1 2 を挟むように形成され、かつ、第 1 の凸部 1 2 とともに、X 方向と平行な方向に延びている。

【0126】

被覆層 7 4 は、光導波路部 1 4 よりも屈折率が小さい。第 1 の凸部 1 2 もまた、光導波路部 1 4 よりも屈折率が小さい。すなわち、光導波路部 1 4 は、光導波路部 1 4 よりも屈折率が小さい層 (被覆層 7 4 および第 1 の凸部 1 2) で被覆されている。言い換えれば、この光導波路 1 0 9 においては、光導波路部 1 4 がコアとして機能し、第 1 の凸部 1 2 および被覆層 7 4 がクラッドとして機能する。

【0127】

被覆層74の材質は特に限定されないが、例えば樹脂を用いることができる。本実施の形態の光導波路109においては、被覆層74が、光導波路部14と同様に、エネルギーを付与することによって硬化可能な液体材料を硬化させて形成される場合について説明する。

2. 光導波路の製造方法

次に、本実施の形態の光導波路の製造方法について、図31(a)および図31(b)を用いて説明する。図31(a)および図31(b)はそれぞれ、図29および図30に示す光導波路109の一製造工程を模式的に示す断面図である。

【0128】

(1) 第1の凸部12、光導波路部14、第2の凸部72の形成

本実施の形態では、まず、第2の実施の形態の光導波路100を形成する。この光導波路100の製造方法については、第2の実施の形態の欄(図14(a)~図14(e)および図15(a)~図15(c)参照)で説明したので、ここでは詳しい説明は省略する。

【0129】

次いで、基体10に、2つの第2の凸部72を形成する。この2つの第2の凸部72の間に第1の凸部12が形成され、かつ、この2つの第2の凸部72が第1の凸部12と平行に延びるように、2つの第2の凸部72を形成する。

【0130】

あるいは、光導波路100を形成した後に第2の凸部72を形成するかわりに、この凸部72を、光導波路100の凸部(第1の凸部)12を形成する工程と同時に形成してもよい。

【0131】

以上により、光導波路100と、第2の凸部72とを形成する(図31(a)参照)。光導波路100は、図31(a)に示すように、第1の凸部12および光導波路部14を含む。

【0132】

(2) 被覆層74の形成

次いで、被覆層74を形成する。本実施の形態においては、この被覆層74が光導波路部14と同様に、エネルギーを付与することによって硬化可能な性質を有する液体材料を用いて形成される。

【0133】

まず、液滴(第2の液滴)74bを、光導波路部14および第2の凸部72上面72a上に吐出する。ここで、2つの第2の凸部72に挟まれている領域を「第2の凸部72より内側」とし、第2の凸部72を基準として第1の凸部12が形成されている側と反対側を「第2の凸部72より外側」とする。この工程では、着弾した液滴74bが、第2の凸部72よりも外側に設置されないように、液滴74bの吐出量を調整する。また、液滴74bの吐出方法は、第2の実施の形態にて光導波路部14を形成する場合と同様の方法を用いることができる。このため、詳しい説明は省略する。以上の工程により、被覆層前駆体74aが形成される(図31(b)参照)。

【0134】

この被覆層前駆体74aは、第2の凸部72の上面72a上に形成され、かつ、光導波路部14を覆っている。より具体的には、図31(b)に示すように、第1の凸部12および光導波路部14が被覆層前駆体74aによって埋め込まれ、2つの第2の凸部72の上面72a上に、被覆層前駆体74aの一部が形成されている。

【0135】

次いで、被覆層前駆体74aに対してエネルギーを付与することによって硬化させる。被覆層前駆体74aを硬化する方法は、第2の実施の形態にて光導波路部14を形成する場合と同様の方法を用いることができる。このため、詳しい説明は省略する。以上の工程により、光導波路部14および被覆層74を含む光導波路109が得られる。

10

20

30

40

50

【0136】

なお、本実施の形態においては、光導波路109が、第2の実施の形態の光導波路100を含む場合について示したが、光導波路100のかわりに、第1および第3の実施の形態の光導波路を用いた場合でも同様に、本実施の形態の光導波路を形成することができる。

3. 作用効果

本実施の形態の光導波路109およびその製造方法によれば、第4の実施の形態の光導波路およびその製造方法と同様の作用効果を有する。加えて、本実施の形態の光導波路109およびその製造方法は、以下の作用効果を有する。

【0137】

(1) 第1に、液滴(第2の液滴)74bを、光導波路部14および第2の凸部72上面72a上に吐出して、被覆層前駆体74aを形成する。この工程において、被覆層前駆体74aを、第2の凸部72の上面72a上に形成することにより、断面がより円形に近い光導波路109を得ることができる。これにより、光導波路部74からの光の漏れを低減できる。この結果、光の伝搬効率がより優れた光導波路を得ることができる。

10

【0138】

(2) 第2に、被覆層前駆体74aを形成するために液滴74bを吐出する工程において、2つの第2の凸部72が第1の凸部12を挟むように設置されていることにより、第2の凸部72の上面72a上および第2の凸部72より内側に、被覆層74を形成することができる。すなわち、第2の凸部72を所定の位置に設置することにより、被覆層74の設置位置、形状および大きさを制御することができる。また、第2の凸部72を所定の位置に設置してから液滴74bを吐出することにより、必要な部分にのみ被覆層74を形成することができるため、材料の節約になる。

20

【0139】

ところで、例えば、素子や電気配線が混載された基板上に、第2の実施の形態の光導波路100を形成する場合、光導波路部14から外部への光の漏れによって光導波路部14内での光の伝搬効率が低下するのを防ぐためには、光導波路部14が被覆層で覆われているのが望ましい。しかしながら、この場合、前記基板上には素子や電気配線が搭載されているため、該基板全体に被覆層を形成することが困難な場合がある。これに対して、本実施の形態の光導波路109によれば、光導波路100を挟むように第2の凸部72を設置したうえで、液滴74bを吐出して被覆層74を形成することにより、必要な部分にのみ被覆層74を形成することができる。これにより、前記素子や電気配線と、光導波路とが混載された基板を形成することができる。

30

【0140】

[第6の実施の形態]

1. 回路基板、光モジュール、光伝達装置

図32は、本実施の形態に係る回路基板500を模式的に示す斜視図である。

【0141】

回路基板500は、図32に示すように、第2の実施の形態の光導波路100と、発光素子200と、IC300、400とを含む。これらは、基板110上に形成されている。

【0142】

光導波路100は、発光素子200に接続されており、発光素子200から出射する光を伝搬する。また、発光素子200とIC300、IC300とIC400とはそれぞれ、電気配線210によって電氣的に接続されている。また、光導波路100および発光素子200から光モジュールが構成される。この光モジュールは、光伝達装置(図示せず)の一部として用いられる。この光伝達装置は、コンピュータ、ディスプレイ、記憶装置、プリンタ等の電子機器を相互に接続する。

40

【0143】

電気配線210は、第1の実施の形態または第2の実施の形態の光導波路の製造方法と同様の方法にて形成することができる。具体的には、例えば、導電性材料を含む液状の樹脂前駆体を、インクジェット法を用いて基板110上に吐出した後硬化させて、電気配線2

50

10を形成することができる。あるいは、導電性材料を溶媒に分散させて得られた分散液を同様の方法にて吐出した後、溶媒を除去させることにより乾燥させて、電気配線210を形成することもできる。

【0144】

なお、本実施の形態の回路基板500において、発光素子200のかわりに受光素子（図示せず）を設置することもできる。この場合、光導波路100を伝搬する光が前記受光素子へと入射する。また、本実施の形態の回路基板500は、第2の実施の形態の光導波路100を含む場合について示したが、第2の実施の形態の光導波路100のかわりに、第1、第3～第5の実施の形態のいずれかの光導波路を用いることができる。

【0145】

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法および結果が同一の構成、あるいは目的および結果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の光導波路の製造方法の一工程を模式的に示す断面図である。

【図2】第1の実施の形態の光導波路の製造方法の一工程を模式的に示す断面図である。

【図3】第1の実施の形態の光導波路の製造方法の一工程を模式的に示す断面図である。

【図4】図3に示す光導波路を模式的に示す平面図である。

【図5】第1の実施の形態の光導波路の製造方法の一工程を模式的に示す断面図である。

【図6】第2の実施の形態の光導波路を模式的に示す断面図である。

【図7】第2の実施の形態の光導波路を模式的に示す平面図である。

【図8】第2の実施の形態の光導波路を模式的に示す側面図である。

【図9】第2の実施の形態の光導波路の一変形例を模式的に示す平面図である。

【図10】図9に示す光導波路を模式的に示す斜視図である。

【図11】第2の実施の形態の光導波路の別の一変形例を模式的に示す平面図である。

【図12】図12に示す光導波路を模式的に示す斜視図である。

【図13】第2の実施の形態の光導波路の別の一変形例を模式的に示す断面図である。

【図14】図14（a）～図14（e）はそれぞれ、図6～図8に示す光導波路の製造方法の一工程を模式的に示す断面図である。

【図15】図15（a）および図15（b）はそれぞれ、図6～図8に示す光導波路の製造方法の一工程を模式的に示す断面図である。

【図16】光導波路部の前駆体の取り外し方法の一例を模式的に示す断面図である。

【図17】光導波路部の前駆体の取り外し方法の別の一例を模式的に示す断面図である。

【図18】第3の実施の形態の光導波路を模式的に示す断面図である。

【図19】図18に示す光導波路を模式的に示す平面図である。

【図20】第3の実施の形態の光導波路を模式的に示す断面図である。

【図21】図20に示す光導波路を模式的に示す平面図である。

【図22】第3の実施の形態の光導波路を模式的に示す断面図である。

【図23】図22に示す光導波路を模式的に示す平面図である。

【図24】第3の実施の形態の光導波路を模式的に示す断面図である。

【図25】図24に示す光導波路を模式的に示す平面図である。

【図26】図26（a）～図26（e）はそれぞれ、図20および図21に示す光導波路の製造方法の一工程を模式的に示す断面図である。

【図27】第4の実施の形態の光導波路を模式的に示す断面図である。

【図28】図27に示す光導波路を模式的に示す平面図である。

【図29】第5の実施の形態の光導波路を模式的に示す断面図である。

【図 30】図 29 に示す光導波路を模式的に示す平面図である。

【図 31】図 31 (a) および図 3-0 (b) はそれぞれ、図 29 および図 30 に示す光導波路の製造方法の一工程を模式的に示す断面図である。

【図 32】第 6 の実施の形態の回路基板を模式的に示す断面図である。

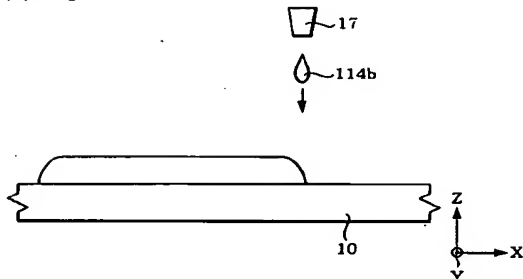
【図 33】図 15 (b) における断面の拡大図である。

【符号の説明】

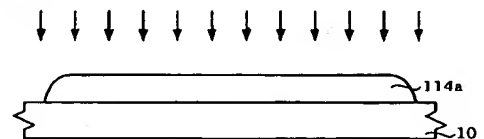
10 基体、 12, 22, 32, 42, 52, 62, 72, 82, 92 凸部、 12a, 22a, 32a, 42a, 52a, 62a, 82a, 92a 凸部の上面、 12b, 22b, 32b 凸部の側面、 12x, 32 樹脂層、 14, 84, 94 光導波路部、 14, 34 光導波路部、 14a 光導波路部の前駆体、 14b, 74b 液滴、 15 エネルギー、 16 ガス、 17 液滴吐出口、 32c 凸部の上部、 74 被覆層、 74a 被覆層前駆体、 82b 曲部、 92b 分岐、 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109 光導波路、 110 基板、 114a 光導波路前駆体、 114b 液滴、 130, 230 マスク、 150 粘着シート、 160 被覆層、 180 撥液パターン、 200 発光素子、 210 電気配線、 300, 400 IC、 500 回路基板、 R1, R2 レジスト層

10

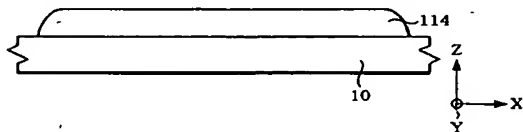
【図 1】



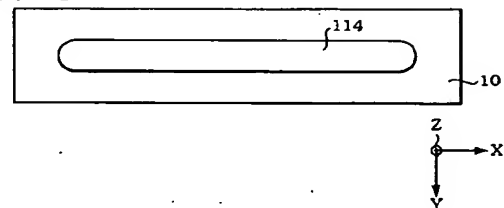
【図 2】



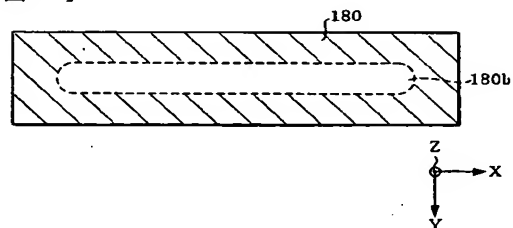
【図 3】



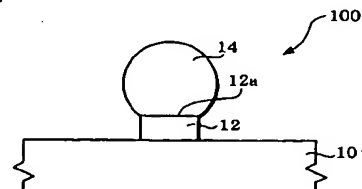
【図 4】



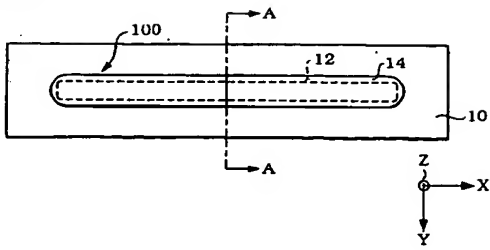
【図 5】



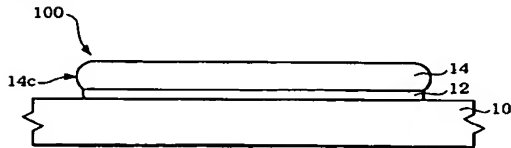
【図 6】



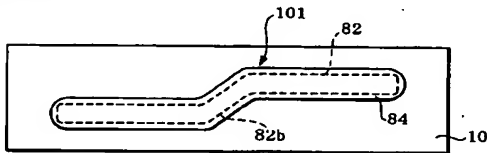
【図 7】



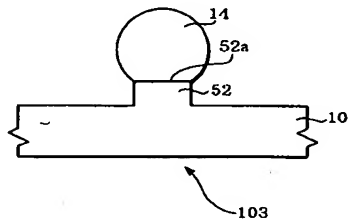
【図 8】



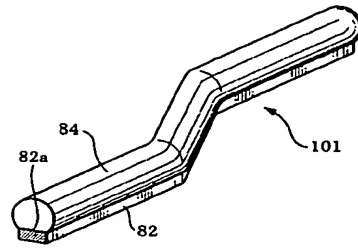
【図 9】



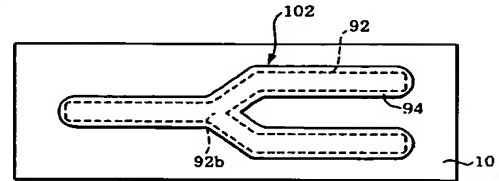
【図 13】



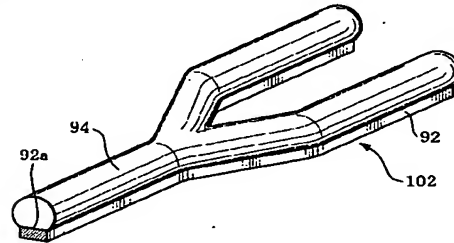
【図 10】



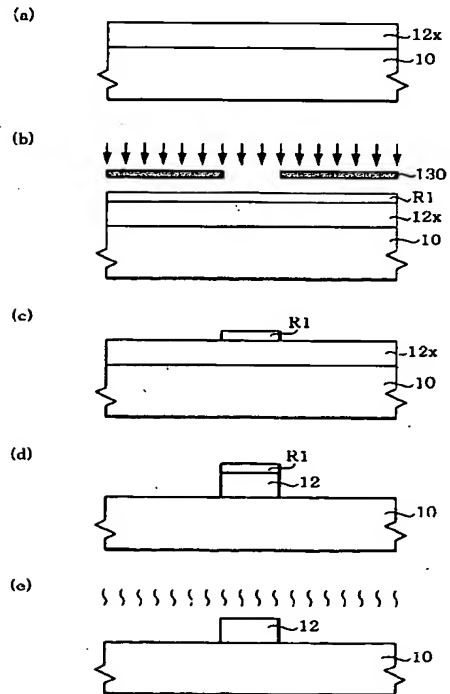
【図 11】

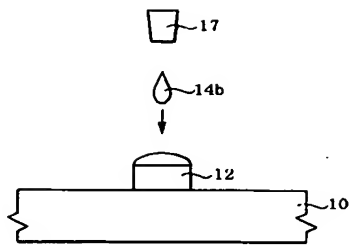


【図 12】

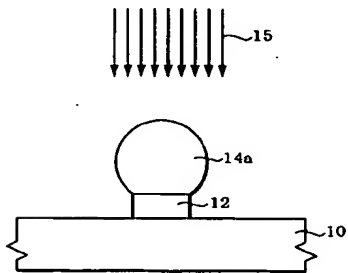
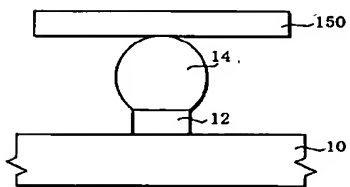


【図 14】

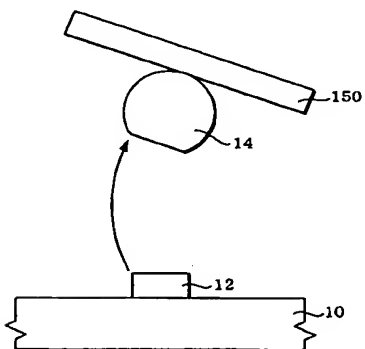


【図 15】
(a)

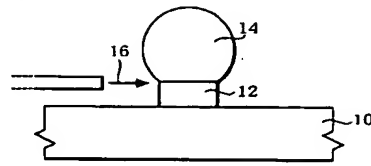
(b)

【図 17】
(a)

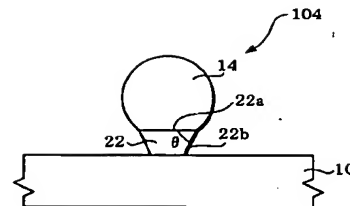
(b)



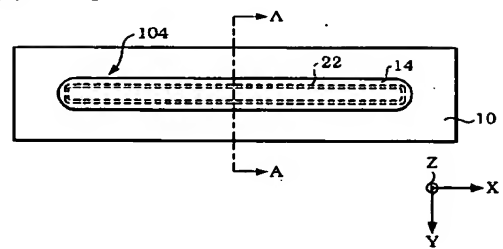
【図 16】



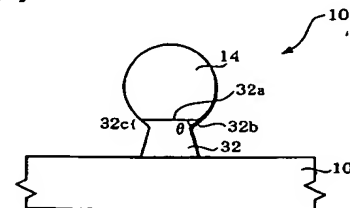
【図 18】



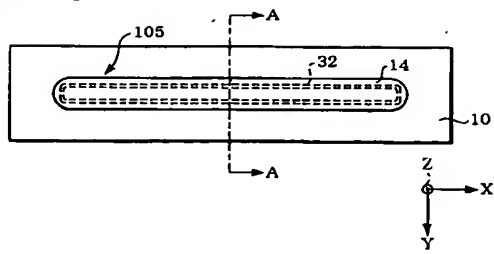
【図 19】



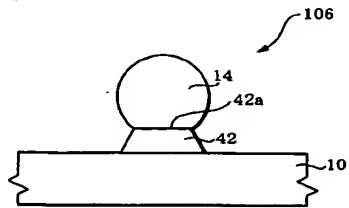
【図 20】



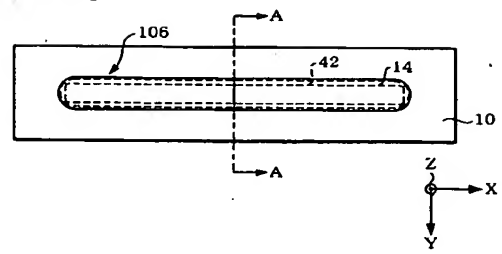
【図 2 1】



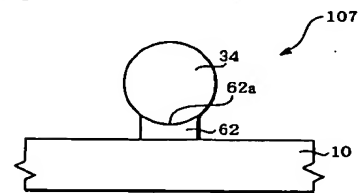
【図 2 2】



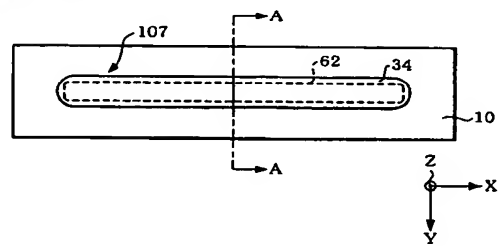
【図 2 3】



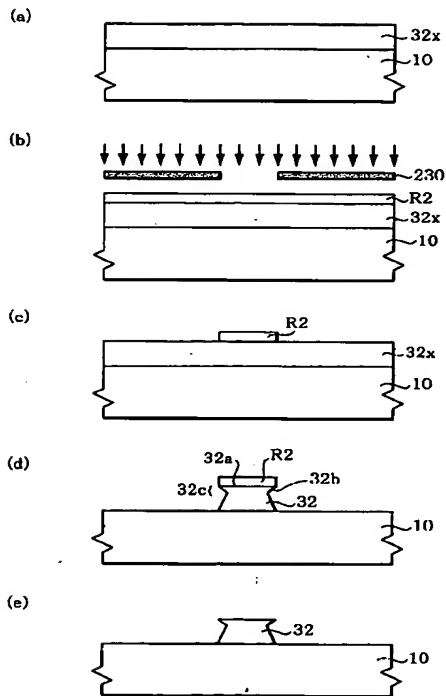
【図 2 4】



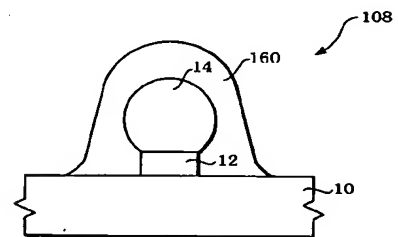
【図 2 5】



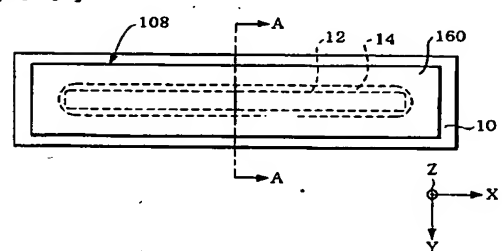
【図 2 6】



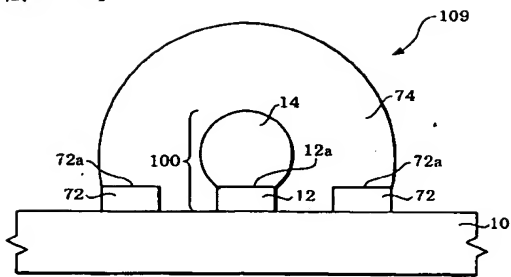
【図 2 7】



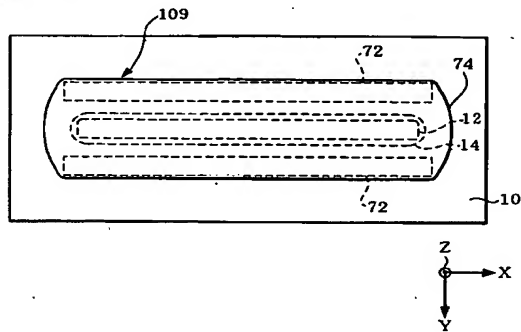
【図 2 8】



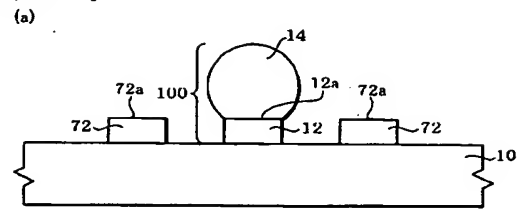
【図 29】



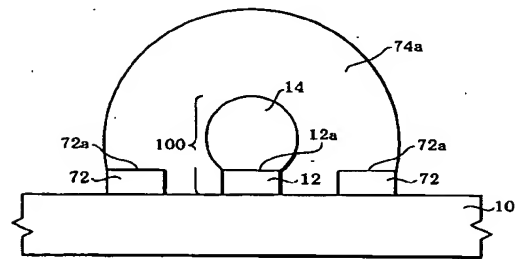
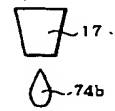
【図 30】



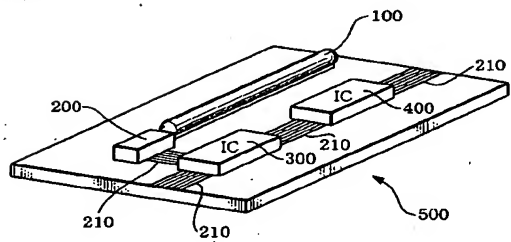
【図 31】



(b)



【図 32】



【図 33】

